UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

Valoração Econômica de Danos Ambientais: O Caso dos Derrames de Petróleo em São Sebastião

Autor: **José Julio Ferraz de Campos Jr.**
Orientador: **Prof. Dr. Newton M. Pereira**
Co-orientadora: Profa**. Dra. Rachel N. Cavalcanti**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

Valoração Econômica de Danos Ambientais: O Caso dos Derrames de Petróleo em São Sebastião

Autor: **José Julio Ferraz de Campos Jr.**
Orientador: **Prof. Dr. Newton M. Pereira**
Co-orientadora: Profa**. Dra. Rachel N. Cavalcanti**

09/2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

Valoração Econômica de Danos Ambientais: O Caso dos Derrames de Petróleo em São Sebastião

Autor: **José Julio Ferraz de Campos Jr.**
Orientador: **Prof. Dr. Newton M. Pereira**
Co-orientadora: **Profa. Dra. Rachel N. Cavalcanti**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.
Área de Concentração: Energia e Meio Ambiente

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas - 2003
SP. - Brasil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

TESE DE DOUTORADO

Valoração Econômica de Danos Ambientais: O Caso dos Derrames de Petróleo em São Sebastião

Autor: **José Julio Ferraz de Campos Jr.**
Orientador: **Prof. Dr. Newton M. Pereira**
Co-orientadora: **Profa. Dra. Rachel N. Cavalcanti**

Prof. Dr. Newton M. Pereira, Presidente
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Arnaldo C. S. Walter
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Bastiaan P. Reydon
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. João F. Marques
Embrapa

Prof. Dr. Paulo Roberto A. Tagliani
Fundação Universidade do Rio Grande

Campinas, 17 de setembro de 2003

Agradecimentos

O desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível sem o apoio do Newton e da Rachel, que aceitaram participar deste trabalho, o qual também não poderia ter seguido adiante sem o apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo e o apoio do Departamento de Planejamento Energético da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, o qual permitiu que este trabalho lá fosse realizado.

Foram também de grande importância na execução do presente trabalho a Petrobras e o ramal de São Sebastião do Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA), que forneceram dados fundamentais para a execução deste estudo.



A imprevisibilidade, em qualquer campo que seja, é o resultado da conquista do mundo pelos presentes poderes da ciência. Esta invasão do conhecimento ativo tende a transformar o ambiente do homem e o próprio homem - até que ponto, com que riscos e com que distorções das condições básicas da existência e da preservação da vida, simplesmente não sabemos. A vida se tornou, em suma, o objeto de um experimento a respeito do qual só podemos dizer uma coisa - que tende a nos afastar mais e mais do que éramos ou do que pensamos que somos, e que está nos levando... não sabemos e não tem-se meios de imaginar para onde.

Paul Valéry, 1944

Resumo

CAMPOS JR., José Julio Ferraz de, Valoração Econômica de Danos Ambientais: O Caso dos Derrames de Petróleo de São Sebastião, Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003, 128 p. Tese (Doutorado)

Este trabalho apresenta a forma como a economia tradicional e a economia ecológica tratam a questão ambiental e quais os ferramentais elas utilizam para integrar o problema ambiental ao contexto econômico. Neste contexto, o presente trabalho avalia as técnicas de valoração testando e discutindo as possibilidade de sua aplicação em um estudo de caso realizado no município de Ilhabela, no litoral de São Paulo, com o objetivo de avaliar seu potencial de uso em situação real envolvendo danos econômicos causados por derrames de petróleo na economia turística de regiões costeiras.

As formas de aplicação das diferentes técnicas de valoração foram analisadas e os dados necessários foram levantados em campo e em bibliografia para se testar a aplicação destas técnicas no estudo de caso proposto. Os dados mostram a discrepância entre os valores atualmente pagos a titulo de indenizações pelos derrames e os valores estimados pela valoração, os quais podiam variar de 2,59% do custo do derrame (sem a aplicação da valoração) a até 52,94% do custo do derrame quando considerados os resultados da valoração, totalizando um montante de R$ 4.933.606,20. Este estudo conclui que as técnicas de valoração podem ser utilizadas de modo restrito e em situações específicas, sendo sua aplicação na situação estudada limitada pela disponibilidade de dados, pela percepção que a comunidade local tem do problema dos derrames e por dificuldades no uso de algumas das técnicas testadas.

Palavras Chave- Valoração econômica, economia do meio ambiente, petróleo, derrames, Ilhabela, Petrobras.

Abstract

CAMPOS JR., José Julio Ferraz de, Economic Valuation on Environmental Impacts: The Case of São Sebastião Oil Spills, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003, 128 p. Thesis (Doctorade)

This work presents how the traditional economy and the ecological economics treat the environment and which tools they use to integrate the environmental problem into the economical context. In this context, the present work evaluates the valuation techniques and the possibility of application of those techniques is tested and discussed in a case study accomplished at the municipal district of Ilhabela, at the coast of São Paulo, with the objective of evaluating the potential of its use in real situation involving economical damages caused by oil spills in the tourist economy of coastal areas.

The forms of application of the different valuation techniques were analyzed and the necessary data were colleted in field trips and in bibliography to test the application of these techniques at the proposed case study. The data show the discrepancy among the values paid as compensations for the spills and the values calculated with the valuation. These could vary from 2,59% of the total cost of the spill (without the application of the valuation) up to 52,94% of the total cost when considered the results of the valuation, totalizing a amount of R$ 4.933.606,20. This study concludes that the valuation techniques can be used in a restricted way and in specific situations, being its application in the situation studied limited by the availability of data, the perception that the local community has of the problem of the spill and by logistic difficulties in the use of some of the tested techniques

Keywords - Economic valuation, environment economy, oil spills, Ilhabela, Petrobras.

Índice

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Capítulo 1
Introdução

O ambiente natural fornece a base necessária para que as atividades econômicas possam ser desenvolvidas, propiciando ao homem o acesso livre a uma enorme variedade de bens e serviços, cujo conjunto permite que o suporte à vida, não apenas humana, seja mantido no planeta. Os recursos e serviços ambientais contribuem, entre outras coisas, para a instalação e desenvolvimento de atividades econômicas mas, por muitas vezes serem gratuitos e sua contribuição ser indireta, a percepção de seus reais benefícios é distorcida. Como conseqüência sua importância não tem sido devidamente reconhecida pela sociedade, assumindo um caráter secundário e sendo ignorados em importantes decisões políticas e econômicas. Por outro lado, os recursos naturais que possuem uma representação direta na economia são importantes o suficiente para que a economia se dedicasse quase inteiramente a estudá-los, fundamentando a teoria econômica moderna na busca pela otimização da alocação de recursos entre os diferentes atores do mercado. Entretanto, os recursos naturais não ocorrem independentemente dos serviços ambientais, havendo uma complexa inter-relação entre eles que permite que a exploração e o uso do meio ambiente pelo homem possam ser realizados (DE GROOT, 1992; ALEXANDER et al., 1998, TURNER et al., 1998; GUO et al., 2001).

Em anos mais recentes, a preocupação com a continuidade do desenvolvimento econômico e suas conseqüências ambientais contribuiu para que sua percepção do mundo natural abandonasse os limites do simples uso dos recursos e atingisse a conscientização que o meio ambiente sustenta completamente a existência da espécie humana, a qual é apenas mais uma dentre tantas espécies existentes. Como conseqüência, a importância dos bens e serviços ambientais como um todo passou a ser amplamente reconhecida e a definição de seu valor se tornou um objeto de estudo da economia.

Para a economia, a importância adquirida pelos bens e serviços ambientais se refletiu na necessidade de se verificar corretamente os reais custos dos danos ao ambiente, derivados do processo produtivo, uma vez que estes passaram a afetar os rendimentos das empresas. Isso passaria a ser feito por meio da valoração econômica, cujas técnicas mensuram os custos e benefícios envolvidos na preservação ou degradação do meio ambiente. Fornecendo informações para a compreensão da inter-relação entre os sistemas econômicos e ecológicos, a valoração subsidia os envolvidos em programas de gerenciamento ambiental, na escolha das melhores soluções para os conflitos técnicos, ambientais, sociais, econômicos e políticos inerentes a políticas ambientais e econômicas para áreas naturais (NIJKAMP, 1997; RING, 1997; NORGAARD et al., 1998).

Assim, qualquer plano que busque aliar o desenvolvimento sustentável entre a economia e o meio ambiente terá que lidar com os conflitos existentes entre ambos. A gestão e solução destes conflitos dependem do bom conhecimento sobre os sistemas envolvidos, suas relações de interdependência e as atividades produtivas que podem ser suportadas por eles. É fundamental, portanto, o estudo e o aprimoramento das técnicas de valoração que se propõem a obter as informações necessárias para uma correta gestão dos conflitos ambientais, devendo o potencial de aplicação destas técnicas na avaliação de danos econômicos ser conhecido para que seu uso possa se feito eficientemente. É fundamental a avaliação dos fatores que influenciam seu uso, conjunto ou isolado, e de suas limitações práticas de uso para que elas possam ser corretamente aplicadas (BINGHAM et al., 1995; REES, 1998; HANNON, 2001).

Neste contexto, o presente trabalho analisa como a economia aborda o meio ambiente a partir da avaliação das técnicas de valoração disponíveis para a captação dos impactos socioeconômicos e ambientais derivados de derrames de petróleo marítimos. A possibilidade de aplicação de algumas dessas técnicas é testada e discutida em um estudo de caso realizado nos municípios de São Sebastião e Ilhabela, ambos no litoral de São Paulo, com a finalidade de avaliar seu potencial de uso em situação real envolvendo danos econômicos causados por derrames de petróleo na economia turística de regiões costeiras.

A escolha recaiu sobre a região costeira por esta abrigar atualmente 50% da população mundial, a qual vive a até 150km do litoral, gerando uma forte pressão responsável por conflitos e impactos ambientais que afetam não apenas a qualidade de vida dessa própria população

litorânea mas também a produtividade das áreas costeiras. O turismo e a pesca representam as principais fontes de renda para a maioria das pequenas cidades litorâneas que não possuem uma estrutura forte o suficiente para suportar outras atividades comerciais ou industriais. A participação dos bens e serviços relacionados ao meio ambiente na economia destas áreas é portanto mais direta, significativa e evidente, tornando qualquer dano ambiental fonte potencial de constrangimentos em suas economias (SILVA et al.,, 1996; CAMPBELL, 1999; GCI, 2003).

O local escolhido para a realização do estudo de caso foi o município de Ilhabela, localizado no litoral norte de São Paulo, dentro do canal de São Sebastião, onde está instalado o maior terminal marítimo de petróleo do Brasil. O motivo que levou a esta escolha é o conflito existente entre a atividade de transporte de petróleo e as atividades turísticas, vertentes de grande importância da economia de Ilhabela. O desenvolvimento deste trabalho, por outro lado, foi motivado pelas necessidades de se conhecer a real abrangência econômica deste conflito e os métodos mais adequados para estimar quantitativamente a influência dos danos ambientais na economia do município.

Metodologicamente, este trabalho foi desenvolvido em seqüências, envolvendo a revisão bibliográfica e saídas de campo. Durante a fase inicial, foram estudadas as técnicas de valoração em uso atualmente, buscando-se conhecer a base teórica por traz de sua formulação, suas necessidades particulares de dados e os usos mais freqüentes de cada uma delas. Com base nessas informações foram levantados dados em bibliografia e em trabalhos de campo para que se pudesse diagnosticar os derrames de petróleo no local de estudo quanto a suas causas e seus impactos na economia voltada para o turismo da região. Assim, foram coletados os dados necessários para a aplicação das técnicas de valoração, permitindo que se vislumbrasse algumas das limitações práticas da valoração econômica do meio ambiente. Finalmente com os dados coletados e compilados foi possível diagnosticar o potencial de uso das diferentes técnicas que compõe o arsenal da valoração econômica, verificando-se suas limitações assim como as interações que podem ocorrer no uso simultâneo de duas ou mais técnicas.

Os resultados obtidos permitem que se responda a uma série de perguntas e conjecturas. Quais técnicas de valoração econômica podem ser utilizadas na análise do impacto econômico de um derrame costeiro? Qual a relação entre um derrame e a visitação em uma região turisticamente importante? Qual a percepção que a comunidade local tem do problema e o que

move seus interesses quando da ocorrência de um derrame? Como a valoração pode subsidiar o poder público a administrar este tipo de poluição?

Deste modo, o Capítulo 1 apresenta as bases teóricas da economia por trás da valoração econômica; como a economia vê o meio ambiente e o que este significa para ela; a posição da ecologia em face da necessidade de analisar o meio ambiente conjuntamente com a economia, e quais as propostas existentes para se desenvolver a valoração do meio ambiente

O Capítulo 2 apresenta o objeto de estudo da presente tese, descrevendo-se o local e a situação em que a valoração foi testada, o diagnóstico da ocorrência de derrames de petróleo na região e as conseqüências dos derrames no ambiente marinho e a tecnologia existente para sua contenção e remoção.

O Capítulo 3 dedica-se ao estudo de caso proposto e à avaliação do potencial de uso das técnicas de valoração. Seus resultados são apresentados juntamente com a discussão de suas limitações e possibilidades de aplicação, bem como os motivos que levaram a utilizar determinadas técnicas.

Finalmente são apresentadas as conclusões desta tese sobre as possibilidades de uso da valoração econômica no estudo de danos econômicos causados por derrames de petróleo; sobre as conseqüências destes e de seus custos para a Petrobras e a comunidade local e são feitas sugestões para futuros trabalhos na região de São Sebastião dentro da linha de estudo adotada neste trabalho.

Capítulo 2
Valoração Econômica do Meio Ambiente

A valoração econômica consiste na tentativa de atribuir valores quantitativos aos bens e serviços ambientais, queiram eles estejam ou não representados no mercado. Suas técnicas tentam estimar os efeitos da atividade produtiva sobre o meio ambiente (incluindo aqui a sociedade) e avaliar adequadamente o a relação custo-benefício das diferentes atividades econômicas disponíveis (NOGUEIRA et al., 1998).

O valor[1] de um bem ou recurso foi inicialmente definido por Adam Smith,[2] no século XVIII, para quem o valor decorria do trabalho e de recursos envolvidos em sua produção. O meio ambiente não possuía valor intrínseco algum e os recursos dele obtidos, como a madeira, somente teriam valor após passarem pelas mãos do homem, sendo motivo de preocupação apenas se sua disponibilidade fosse reduzida (PATTERSON, 1998; MOTA, 2001). A disponibilidade de recursos naturais para o processo produtivo era, assim, parte fundamental do processo de definição do valor e a base da preocupação da economia na época. A escassez de recursos certamente afetaria os custos de produção, elevaria os custos tanto do recurso quanto de seus derivados e implicaria na necessidade de aumento dos salários. Como conseqüência, haveria a redução do lucro e da capacidade de investimentos, acarretando assim a eventual estagnação econômica.

---

[1] O valor é intrínseco ao bem e único para um determinado momento e situação de mercado, dependendo das variáveis de mercado, de ambiente e das técnicas adotadas para sua determinação. Por exemplo, o preço de um litro d'água para alguém perdido no deserto difere para uma pessoa em situação e locais diferentes, embora o seu valor seja sempre o mesmo.

[2] Adam Smith, 1723-1790.

A teoria do valor proposta por Smith, entretanto, não permitia que se fizesse uma relação entre o valor e o preço de mercado de um bem. Ricardo[3] trabalhou a teoria do valor de Smith e procurou demonstrar que o preço de mercado de um bem poderia ser explicado em função do trabalho envolvido em sua produção. No entanto ele constatou que isto somente ocorreria se a relação entre capital e trabalho fosse constante em todos os níveis do mercado, e não houvesse a influencia da distribuição de renda na formação do preço.[4] Deste modo, Ricardo verificou que uma teoria do valor somente poderia explicar também a formação dos preços praticados no mercado se estes fossem formados independentemente da distribuição de renda. (PATTERSON, 1998)

Contrapondo o problema da escassez com o desenvolvimento tecnológico, no século XIX John Stuart Mill[5] atribuiu à tecnologia um importante papel no qual ela eventualmente poderia vir a suprir as necessidades materiais humanas, mesmo que a escassez de recursos levasse a economia a uma estagnação. A conseqüência direta deste raciocínio era que a escassez não mais teria tanta importância no processo de formação do valor e a disponibilidade de bens poderia ocorrer de forma igualitária com a alocação ótima de recursos pela tecnologia, sem envolver um aumento em seus custos. Garantido o acesso aos bens necessários, o homem poderia passar a se preocupar em satisfazer suas necessidades não materiais. A tecnologia passa a ser vista como uma melhoria em relação a épocas passadas, sendo associada ao progresso para todos os níveis sociais. A crença no poder da tecnologia em preservar o desenvolvimento econômico, acima de tudo, virá a constituir um dos pressupostos mais fortes da teoria econômica moderna (PEARCE et al., 1990, MARX, 1997).

O posicionamento de Mill trouxe uma nova visão de como o valor deveria ser formado, definindo que a formação do valor de um bem a partir do trabalho envolvido em sua produção ou

---

[3] David Ricardo, 1772-1823.

[4] Mesmo sob um demanda constante de um determinado produto, a renda influencia em sua demanda de modo que locais, ou momentos, onde as pessoas apresentam com uma renda inferior resultem em menor demanda e o preço tende a oscilar em função da distribuição de renda. Conseqüentemente, somente o processo produtivo não é suficiente para definir a formação do preço de um determinado bem.

[5] John Stuart Mill, 1806 - 1873.

obtenção deixaria de ter sentido, sendo mais adequado formá-lo a partir da utilidade[6] que o bem poderia ter para as pessoas (COIMBRA, 1985; PEARCE et al., 1990). Nesta época o conceito de valor para a economia clássica passou a oscilar entre o valor baseado no trabalho produtivo ou na utilidade dos bens para as pessoas. Por volta de 1870 o pensamento clássico sobre o valor foi revisto por Alfred Marshall[7], que uniu em uma nova teoria do valor o trabalho e a utilidade. Propondo que o preço de equilíbrio ocorre quando a utilidade e o custo se equivalem, a formação do valor e do preço passou a ser realizada no mercado em função da oferta e da demanda. A nova teoria do valor marcou o fim da economia clássica e o início da economia neoclássica (PEARCE, 1990; MARSHAL, 1996; PATTERSON, 1998).

Ao adotar o valor e a formação dos preços como dependentes da utilidade que as pessoas vêem nos bens adquiridos, as preferências individuais passaram a assumir o foco principal do problema de definição de valor, pois elas refletem o grau de satisfação, a utilidade. Uma vez que o bem-estar pessoal decorre da satisfação das necessidades e desejos, tem-se o que se convencionou denominar de economia do bem-estar, cujos pressupostos básicos são (DIXON et al., 1996 ; OFIARA, 2001):

1. As preferências coletivas são a soma das preferências individuais.
2. As preferências individuais podem ser medidas em função do preço pago por bens e serviços.
3. As preferências individuais são maximizadas pela escolha da melhor combinação de bens e serviços que permita a obtenção da maior utilidade possível destes em função de sua renda.

Ao ser exposta a um conjunto de opções de consumo, a escolha que será feita pelo indivíduo é a explicitação de suas preferências. Estas são influenciadas pela utilidade real do bem, pelos sentimentos que a pessoa tem em relação a ele, seu padrão de comportamento perante a sociedade e pela quantidade e qualidade de informação que a pessoa possui sobre os bens a

---

[6] A utilidade pode ser entendida como o grau de satisfação derivado do consumo de um determinado bem que satisfaça a necessidade da pessoa.
[7] Alfred Marshall, 1842-1924.

serem escolhidos. Estes fatores influenciam em sua decisão e podem fazer com que as preferências sejam modificadas ou manipuladas, conforme interesses de diferentes grupos econômicos (SPASH & HANLEY, 1995; MARSHAL, 1996; CROSS, 1998).

Considere a possibilidade de uma pessoa adquirir uma determinada quantidade de livros ou de discos de áudio, assumindo uma disposição de gastar R$ 100,00 para esta compra. As possibilidades colocadas variam desde a compra de apenas livros, a compra de um conjunto de livros e discos ou a compra somente de discos. A escolha a ser realizada irá depender da utilidade que naquele momento os bens terão para o consumidor. Considere agora que os mesmo produtos fossem ser comprados usados, então adquiridos por um valor inferior, de maneira que o consumidor use apenas R$ 70,00.

A satisfação obtida com a escolha feita gera um bem-estar para a pessoa, que pode ser medido pelo excedente de consumidor que representa o beneficio que o consumidor obteve na escolha feita. No exemplo dado, ele é a diferença de R$ 30,00 que pode ser utilizado pela pessoa para maximizar ainda mais seu bem-estar através, por exemplo, da compra de mais livros ou discos do que originalmente previsto.

A maximização do bem-estar baseia-se no conceito da Eficiência de Pareto[8], onde o ponto em que a alteração no ganho de bem-estar de um indivíduo resulta necessariamente em perda de bem-estar de outro. Como conseqüência, atinge-se uma situação na qual é possível buscar a ótima maximização dos lucros e alocação de recursos onde o sistema de preços equilibra o comportamento dos agentes econômicos. O ponto de equilíbrio seria o objetivo a ser atingido em uma sociedade na qual as pessoas poderiam ter suas necessidades satisfeitas sem causar prejuízo a outros.

Esta é a base da economia do bem-estar, segundo a qual os consumidores optam pela maximização da satisfação pessoal em um mercado ideal de competição[9] pelos recursos. Entretanto é importante notar que o acesso a um bem de mercado é afetado pela concorrência

---

[8] Vilfrido Pareto, 1848-1923.

[9] Mercado que pode atuar sozinho sem a intervenção do Estado ou de entidades externas reguladoras. Este é um pressuposto fundamental da teoria neoclássica e se baseia na posição de Adam Smith e sua teoria da "Mão Invisível". Vide Apêndice A.

entre os consumidores, a qual é influenciada por fatores concretos, como a distribuição de renda, ou intangíveis como o desejo de possuir determinado bem. Como conseqüência tem-se uma competição imperfeita, onde alguns estão mais aptos a consumir um bem que outros, gerando um mercado imperfeito, pois quanto mais difícil for obter o bem, maior será seu preço e menos pessoas poderão se satisfazer adquirindo-o, violando a eficiência de Pareto.

2.1 A Economia do Meio Ambiente

Historicamente, o meio ambiente tem sido tratado pela economia apenas como a fonte de recursos e o local de destino dos rejeitos do sistema econômico. Uma vez que não é preciso que o homem aja sobre o meio ambiente para obter os materiais que necessite,[10] seu uso e consumo se fizeram de forma despreocupada ao longo do tempo. No final do século XVIII, a preocupação com a escassez começou a tomar forma com Malthus,[11] ao avaliar que a quantidade de terra disponível para o plantio era limitada e, com o contínuo crescimento populacional, a disponibilidade de alimentos seria limitada, vindo eventualmente a se esgotar. Na mesma época Ricardo foi um pouco além, considerando também a qualidade das terras disponíveis. Percebendo que com o esgotamento das terras mais produtivas a tendência de mudança para solos de menor qualidade levaria a uma redução no volume de alimentos produzidos, independentemente do esforço realizado para manter sua produção. Surgia assim a teoria dos retornos decrescentes, segundo a qual ao atingir-se o limite da capacidade de produção da terra, quanto maior o investimento realizado para aumentar sua produção, menor o retorno obtido (PEARCE et al., 1990; KULA, 1994).

No final do século XIX, Jevons,[12] e na primeira década do século XX, Pinchot,[13] levantaram a questão da redução da disponibilidade de recursos não renováveis, particularmente os recursos minerais, discutindo as conseqüências da exaustão destes materiais para a economia (SHIELDS, 1998). Com o acúmulo histórico da degradação do meio ambiente compreendeu-se que a escassez não era apenas um exercício teórico, mas estava se transformando em realidade, e

---

[10] Quando se diz que a intervenção humana não é necessária para a obtenção de recursos naturais refere-se ao fato destes já estarem disponíveis, sendo preciso apenas coletá-los ou extraí-los, sem a ocorrência de custos de produção..

[11] Thomas Robert Malthus, 1766-1834.

[12] William Stanley Jevons, 1835 - 1882.

[13] Gifford Pinchot, 1865-1946.

a preocupação com o valor do meio ambiente foi lentamente inserida na teoria econômica e a força principal por trás desta mudança é a degradação ambiental.

Nos anos mais recentes, problemas como a redução da disponibilidade natural de recursos e a poluição passaram a gerar custos que começaram a indicar que, embora de livre acesso, os recursos e serviços ambientais não são de forma alguma gratuítos, impondo gastos para sua reposição ou pela sua degradação. A busca por compensações pelos danos da poluição e o custos produtivos da redução de recursos disponíveis, passou a transformar a degradação do meio ambiente em algo prejudicial economicamente. A preocupação com o valor do meio ambiente, e os custos de sua degradação, tomou corpo e metodologias para determinar estes valores começaram a ser pesquisadas e desenvolvidas.

A abordagem da escassez dos recursos feita pela economia não será tratada neste trabalho, exceto por um ponto que é fundamental para a compreensão do tratamento que a economia neoclássica faz do meio ambiente. Na introdução deste Capítulo foi apresentado o posicionamento de Mill, para quem o desenvolvimento tecnológico poderia vir a satisfazer as necessidades humanas. O papel da tecnologia para os neoclássicos é fundamental para a solução do problema de depreciação do meio ambiente. Segundo eles, a tecnologia pode desenvolver substitutos para o capital natural na medida que este é utilizado e exaurido. Desta visão deriva-se o conceito de sustentabilidade fraca, segundo o qual o uso do capital natural somente pode ser feito conforme este for substituído pelo capital artificial (MOTA, 2001). Esse é o pressuposto da substituição e este entendimento do problema da escassez se tornou o embasamento de algumas técnicas de valoração, que serão apresentadas mais adiante.

Embora a substituição seja uma posição forte dentro da teoria neoclássica existem autores que sustentam que o capital natural deveria ser visto como complementar as necessidades humanas e não substituível pelo capital e trabalho humano (ENGLAND, 2000), enquanto outros discutem que mesmo sendo possível a substituição do capital natural pelo artificial, isto somente pode ser realizado de modo muito limitado em situações específicas (KEIL, 2000).

Além do problema da escassez, tem-se o problema da poluição, que é uma conseqüência da necessidade do processo produtivo em dar vazão a seus subprodutos. Ao lançá-los no meio ambiente in natura, passa a poluí-lo e degradá-lo, causando danos à fauna e flora, e também ao

ambiente físico afetando, por exemplo, a paisagem. Conseqüência da degradação ambiental são os efeitos prejudiciais às pessoas que também utilizam aquele ambiente e são, deste modo, afetadas pela poluição, tendo suas atividades prejudicadas.

Em termos econômicos, o poluidor está obtendo uma maximização de seu processo produtivo, enquanto as pessoas afetadas estão sendo prejudicadas por não poderem exercer as atividades que lhes são necessárias, ou reduzir sua satisfação no uso de um bem, como a apreciação da paisagem. Deste modo, o poluidor aloca para si uma parcela do recurso ambiental, que deveria estar disponível para o uso de outros, criando uma falha de mercado ao não permitir a alocação ótima do meio ambiente entre todas as partes envolvidas. Para lidar com esta ineficiência na alocação e uso do meio ambiente, os conceitos de externalidade e poluição ótima permitem que a economia tente fazer com que o uso do meio ambiente seja corrigido e feito dentro dos pressupostos de competição perfeita e alocação ótima de recursos.

As externalidades referem-se aos custos que as pessoas afetadas incorrem devido à poluição. Uma vez que estes custos não afetam o poluidor, eles são considerados externos ao processo econômicos gerador do prejuízo. Quando estes custos podem ser quantificados e compensados pelo poluidor, eles são internalizados nos custos produtivos. A internalização elimina as externalidades e também corrige o desequilíbrio do mercado. O poluidor não mais poderá atingir uma maximização de utilidades que possa afetar a maximização de terceiros, pois isto geraria para ele custos indesejáveis. Deste modo a externalidade somente ocorre, portanto, se alguém causar a perda de bem-estar de outrem e se esta perda de bem-estar não for compensada. (PEARCE, 1990)

A internalização das externalidades gera um aumento de custo para o poluidor que afeta seus custos de produção podendo reduzir a competitividade econômica de seu produto no mercado. Para trabalhar este problema a teoria econômica, através do conceito de poluição ótima, assume que existe um nível ótimo de operação econômica que permite maximizar o processo produtivo dentro de um limite mínimo aceitável de externalidade. A poluição ótima assume que é possível trabalhar em um nível de poluição ambiental aceitável considerando-se um equilíbrio entre os rendimentos do processo produtivo versus os custos da internalização das externalidades.

O funcionamento do conceito de poluição ótima está representado na Figura 1, a qual mostra a relação entre os benefícios do processo produtivo (rendimentos) versus as externalidades (custos externos) geradas. Conforme a atividade econômica cresce, os custos externos aumentam, reduzindo os benefícios obtidos com o crescimento da atividade. Quando os rendimentos se igualam aos custos externos, atinge-se o nível ótimo de atividade econômica, além do qual os custos passariam a depreciar os lucros obtidos. No ponto Y tem-se o ponto ideal de atividade econômica, onde as externalidades são internalizadas de modo ótimo, tendo seu custo refletido no processo de formação de preço. Uma vez que o aumento dos custos externos implica um aumento nos preços de seus produtos, o consumidor pode, por sua vez, optar por produtos mais adequados ao seu orçamento, visando maximizar seu bem-estar. Conseqüentemente os benefícios do poluidor são reduzidos, obrigando-o a adotar medidas que visem reduzir os custos externos para manter seus preços competitivos. Deste modo, portanto, todos podem maximizar e otimizar seu uso dos recursos ambientais sem gerar prejuízos a terceiros.

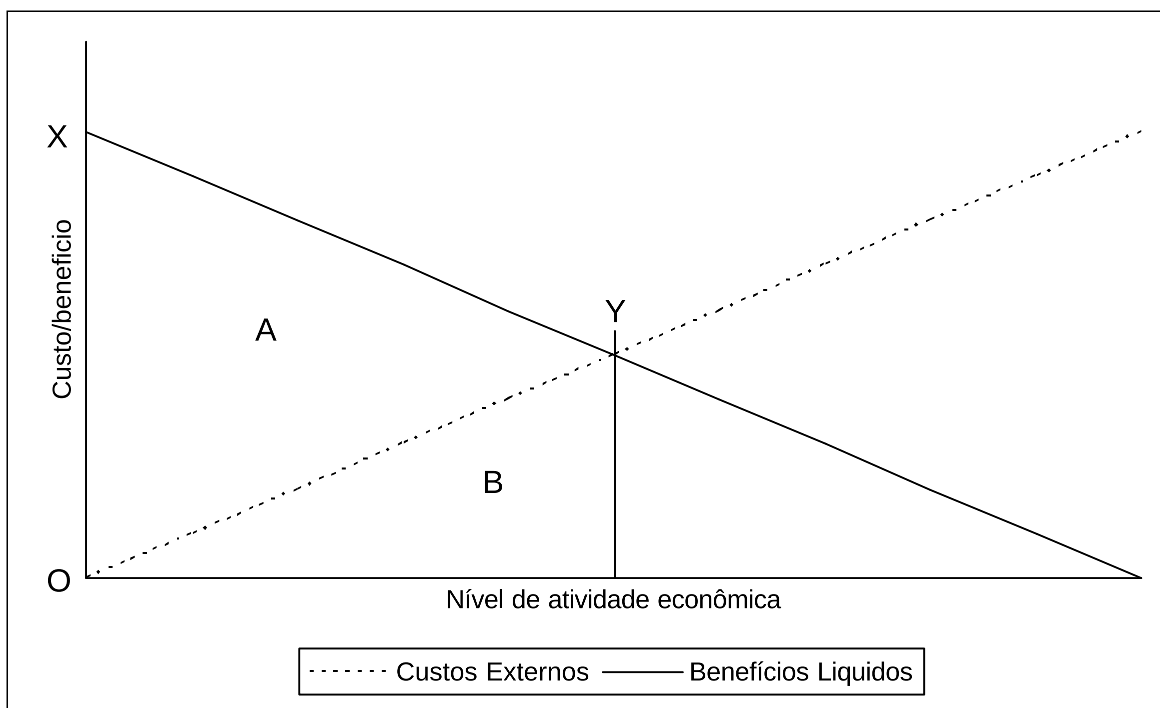


Figura 1: Poluição ótima. Relação entre benefícios e externalidades. (modificado de PEARCE, 1990)

O conceito de poluição necessita que o equilíbrio entre a poluição e os custos externos sejam verificados no presente para que as necessárias atitudes possam ser adotadas. Mas os danos

ambientais podem se tornar evidentes apenas muitos anos depois do impacto original, ou resultando de impactos acumulativos, como o dano à camada de ozônio (TENNER, 1997). Conseqüentemente, a abordagem da economia desconsidera que os danos possam ser imprevistos ou irreversíveis, falhando ao perceber que os efeitos das externalidades são mais amplos que o previsto.

Dentre as formas de internalizar os custos ambientais ao processo produtivo, Pigou,[14] já em 1920, propôs o uso de taxas que permitissem a internalização dos custos externos, incentivando as empresas a manter baixos níveis de poluição. Com base nessa proposição originou-se um forte conjunto de instrumentos econômicos para regular o setor produtivo e proteger o meio ambiente, constituído de taxas e licenças que são uma política de comando e controle do Estado sobre o mercado[15] (PEARCE et al., 1990; KEMP, et al., 1992; MOTA, 2001)

O problema da abordagem de Pigou é a necessidade da existência de um organismo externo ao mercado apto a aplicar os instrumentos econômicos de regulação, contrariando o ideal neoclássico de um mercado auto-regulado. Buscando contornar este problema Coase,[16] em 1960, pressupôs que acordos entre o poluidor e o atingido pela poluição permitiriam que o problema das externalidades fosse solucionado (PEARCE et al., 1990). Para ele a externalidade representa um prejuízo para quem é afetado e sua internalização um prejuízo para o poluidor. Os mecanismos de regulação do Estado não seriam, portanto, os mais adequados para a normalização do bem-estar da sociedade como um todo.[17]

Coase considera que a solução do problema das externalidades reside em definir se as pessoas estão sujeitas ou não aos impactos. Em caso positivo, um acordo entre as partes seria a melhor solução. Em outras palavras, aquele entre o poluidor e o afetado que tivesse direitos de propriedade sobre o bem impactado estaria apto a solicitar a compensação pelos danos sofridos (TERRELL, 1999). O problema na proposta de Coase é a necessidade de definição de direitos de

---

[14] Arthur Pigou, 1877-1959.

[15] Para mais detalhes vide Apêndice B.

[16] Ronald H. Coase, 1910-.

[17] Nota-se que este posicionamento vai ao encontro do ideal neoclássico de que a operação ótima do mercado ocorre quando não há intervenção externa.

propriedade.[18] Para a economia neoclássica a existência de direitos de propriedade é necessária para que o mercado possa operar corretamente, permitindo que um determinado bem possa ser transferido entre seus agentes. É fundamental que bens sujeitos aos direitos de propriedade sejam exclusivos e rivais. A exclusão determina que é possível definir quem se beneficia do recurso em dado momento e a rivalidade que o uso, ou acesso, ao recurso é afetado pelo número de pessoas interessadas nele.

Uma vez que o meio ambiente é um bem de acesso livre, não pode ser transferido, pois não é passível de ser objeto de posse e não é exclusivo e não apresenta rivalidade pois todos podem se beneficiar de seu uso simultaneamente. Conseqüentemente, os direitos de propriedade, cujas diferentes classificações estão apresentadas na Tabela 1, não se aplicam, de sorte que o meio ambiente não pode ser adequadamente enquadrado em um mercado. Isto torna obscura a definição de responsabilidades sobre o ambiente e gera dificuldades para se trabalhar com o problema da poluição. (ARROW et al., 1995; TISDELL, 1997; PENDLETON, 1999; WEBER et al., 2001; GUERIN, 2003). O dano ambiental e o ambiente natural se colocam, portanto, como externalidades que somente parcialmente podem ser internalizadas via instrumentos econômicos reguladores ou pela definição de direitos de propriedade. Para trabalhar com a internalização das externalidades, a teoria econômica apresenta a economia do meio ambiente, que se propõe a solucionar, dentro do arcabouço teórico neoclássico, os problemas decorrentes da interação entre os sistemas econômicos e naturais. Baseada na economia do bem-estar, ela adota os pressupostos neoclássicos orientados para o mercado, a livre concorrência, o individuo e a propriedade privada, buscando a melhor maneira de otimizar a alocação de recursos naturais no sistema econômico, visando permitir que este se mantenha funcional ao longo do tempo.

[18] Economicamente, por propriedade entende-se algo com existência física que pode ser objeto de posse de alguém. Por direito, a relação que esse alguém tem com outras pessoas sobre o referido objeto, sendo este conceito funcional apenas na existência de alguma autoridade superior que garanta os interesses do portador dos direitos (BROMLEY, 1993).

Tabela 1: Classificação dos diferentes tipos de propriedade.

Tipo de Propriedade	Proprietário	Exemplo	Acesso	Exploração	Gerenciamento	Exclusão
Privada	Particular	Fazenda	Controlado	Pelo proprietário	Pelo proprietário	Pelo proprietário
Comum	Grupo	Cooperativa	Controlado	Pelos associados	Pelos associados	Pelos associados
Publica	Estado	Parque Nacional	Controlado	Não há	Pelo Estado	Pelo Estado
Livre acesso	Ninguém (ou todos)	Pesca oceânica	Livre	Livre	Não há	Não há

Modificado de GUERIN, 2003.

Neste contexto, a economia do meio ambiente tenta valorar os recursos e serviços ambientais não presentes no mercado, tema de estudo deste trabalho. A valoração econômica proporciona uma forma de internalização das externalidades sem necessitar dos mecanismos de regulação externa ou de definição de direitos de propriedade, definindo valores a recursos e serviços ambientais e eliminando a falha de mercado. Ressalta-se que a valoração feita pela economia do meio ambiente se fundamenta nos pressupostos neoclássicos, objetivando apenas equilibrar o funcionamento do mercado. Logo, a real importância das conseqüências das ações humanas sobre o meio natural é ignorada pela economia do meio ambiente, resultando em uma abordagem míope deste.

Adotando um posicionamento oposto ao da economia do meio ambiente, a economia ecológica busca compreender o meio ambiente e sua inter-relação com o sistema econômico de uma forma holística e livre dos paradigmas da economia neoclássica.

2.2 A Economia Ecológica

A economia ecológica adota uma linha de estudo visando compreender as relações entre os sistemas naturais e econômicos de uma maneira ampla e transdisciplinar, através da síntese e integração das perspectivas de diferentes disciplinas. Se, por um lado, a economia do meio ambiente busca unificar na teoria neoclássica o meio ambiente e a economia, a economia ecológica busca na integração de várias ciências a base para compreender a relação entre esses sistemas. Mais que buscar uma abordagem econômica, ela está preocupada com políticas de desenvolvimento que preservem a inter-relação entre o homem e a natureza, onde o meio

ambiente e a economia estão profundamente integrados, evoluindo conjuntamente e de forma interdependente (COIMBRA, 1995; SVEDIN, 1985; COSTANZA, 1989).

Enquanto a economia neoclássica busca entender como o meio ambiente pode ser utilizado para maximizar o bem-estar, ignorando as conseqüências futuras, a economia ecológica assume que a sociedade é dependente do meio ambiente para sua sobrevivência, co-evoluindo e se co-adaptando como meio natural. As conseqüências futuras das ações do homem hoje são consideradas de relevante importância e atribuindo-lhe o papel não de usuário, mas de administrador do meio ambiente. Cabe à sociedade gerenciar o meio ambiente da forma mais adequada possível, preocupando-se em como o bem-estar humano pode ser atingido sem prejudicar os sistemas naturais (FARBER et al., 1995)

A linha mestra da economia ecológica é a busca pela sustentabilidade entre as atividades econômicas e o meio ambiente. Ao contrario da sustentabilidade fraca da economia neoclássica, aqui se adota o conceito da sustentabilidade forte, para a qual o capital artificial não é substituto do capital natural, mas um complemento deste, não podendo ter existência independente. A sustentabilidade forte favorece um estilo de vida mais atento à dependência que a humanidade tem do mundo natural, cuja preservação é fundamental para a manutenção das atividades econômicas. Nela, a situação ideal de interação homem / natureza é aquela na qual o meio ambiente possa se manter, permitindo que o homem possa continuar a usá-lo indefinidamente (HARBORTH, 1991; GOODLAND, 1994; O'RIORDAN, 1994; MIKESELL, 1994; PEARCE, 1988; MOTA,2001).

A sustentabilidade entre os sistemas naturais e econômicos pode ser atingida se a exploração dos recursos naturais renováveis for inferior a sua capacidade de regeneração e o aporte de rejeitos no meio ambiente estiver de acordo com a capacidade deste em absorvê-los (MOTA, 2001), demandando um abrangente e profundo conhecimento do funcionamento do meio ambiente, incluindo as atividades econômicas. Por ter uma abordagem interdisciplinar, a economia ecológica sabe que este conhecimento atualmente é incompleto e que, ao contrário da economia neoclássica, esta incompreensão quanto ao funcionamento dos ecossistemas e suas inter-relações com o sistema econômico não pode ser ignorada (REES, 1994).

Como resultado, a incerteza sobre as conseqüências das ações humanas sobre a natureza e a segurança que os danos ambientais podem ser irreversíveis,[19] são preocupações constantes (WARD, 1997) que incorporam à linha de trabalho da economia ecológica o principio da precaução. Este princípio define que todas as medidas de antecipação e prevenção de possíveis danos devem ser adotadas para que se possam reduzir os possíveis impactos ambientais e sociais futuros das atividades atuais. O principio da precaução, para a economia ecológica, é parte fundamental da busca por soluções que sejam sustentáveis em longo prazo (PEARCE, 1990; O'RIORDAN et al., 1994).A integração sustentável dos sistemas naturais e econômicos requer, portanto, o conhecimento da capacidade suporte de ambos, para evitar que o delicado equilíbrio existente em seu funcionamento e na relação entre eles seja afetado.

A capacidade suporte pode ser definida como a capacidade que um ecossistema tem de se manter, permitindo o desenvolvimento ótimo de suas espécies. Do ponto de vista energético, ela é uma função de relação de entrada / saída de energia,[20] sendo máxima quando esta relação se equilibra, situação em que qualquer entrada ou saída extra de energia causa seu acúmulo no ambiente, prejudicando seu funcionamento com conseqüências incertas (ODUM, 1986). Os sistemas naturais, entretanto, funcionam abaixo de sua capacidade de suporte máxima pois seu equilíbrio não é absolutamente estático ou estável, uma vez que naturalmente os fluxos de entrada e saída de energia não são fixos mas variam ao longo do tempo. Desse modo o estado de equilíbrio de um ecossistema é um estado dinâmico oscilando em torno de uma situação ótima, mantendo-se em capacidade suporte ótima em torno de 50% da capacidade máxima (ODUM, 1986). Howard T. Odum,[21] além de considerar a energia como base do funcionamento dos ecossistemas, baseado no princípio da máxima potência de Lotka,[22] propôs que os sistemas mais aptos a maximizar o uso da energia irão prevalecer (ODUM, 1996; ODUM, 2000; ODUM, 2003). Um pressuposto que embora pareça similar ao da maximização da utilidade neoclássica,

---

[19] Por exemplo: A extinção de espécies é um dano irreversível cujas conseqüências futuras são desconhecidas em face das complexas e mal compreendidas relações inter e intraespecíficas na natureza.

[20] Deve-se considerar que em um ecossistema a energia flui tanto na forma de energia pura (solar por exemplo) do na forma de matéria (energia química de alimentos por exemplo).

[21] Howard T. Odum, 1942-2002.

[22] Alfred James Lotka, 1880 – 1949. Propôs em 1922 que os sistemas auto-organizados evoluem no sentido de maximizar o uso de energia.

não se restringe a uma decisão consciente de um grupo de pessoas, mas ao funcionamento de todo o meio ambiente em si.

Neste contexto, Georgescu-Roegen[23] percebeu que a entropia é um fator limitante do desenvolvimento econômico. A entropia define que a transformação de energia é unidirecional e irreversível, convertendo energia concentrada de alta qualidade em energia dispersa de baixa qualidade.[24] O sistema econômico age retirando energia de alta qualidade (baixa entropia) do meio natural, transformando-as e devolvendo na forma dispersa de rejeitos de alta entropia. Termodinamicamente, a quantidade de energia no sistema se mantém constante e, para a economia, a entrada e saída não apresentam um problema, pois ela trata o sistema econômico como algo à parte do meio natural. Georgescu-Roegen, entretanto, demonstrou que o problema é mais complexo.

Um sistema ecológico em equilíbrio atua de forma a manter os níveis de entropia em patamares mínimos, evitando, por exemplo, o acúmulo de resíduos pela decomposição, que permite sua reciclagem, o que também reduz a necessidade de aporte externo de energia e matéria no sistema. O consumo de recursos naturais afeta este equilíbrio. Ao retirar energia e matéria do meio natural, os ecossistemas passam a apresentar um acumulo de matéria e energia derivada de seu funcionamento natural. Se mantido sem intervenção, a reciclagem eventualmente reduzirá este excedente natural a níveis que permitam ao ecossistema re-estabelecer seu equilíbrio. Entretanto, o sistema econômico continua a retirar matéria e energia em um ritmo superior a capacidade de adaptação do ecossistema. Além disto, os rejeitos produzidos são lançados novamente no meio natural, o qual passa a lidar com um volume crescente de resíduos a serem reciclados.

A conseqüência é o desvio de energia e matéria para o esforço de automanutenção do ecossistema. Como a quantidade de energia disponível é limitada e está sendo artificialmente convertida em entropia pela economia, os ecossistemas passam a acumular resíduos de baixa

---

[23] Nicholas Georgescu-Roegen, 1906-1994.

[24] Por exemplo: Um pedaço de carvão concentra grande quantidade de energia que pode ser utilizada na cocção de alimentos, mas depois de queimado, parte desta energia se encontra dispersa na forma de calor incapaz de ser utilizado produtivamente. Desse modo, quanto maior a entropia de um sistema, menor a capacidade deste converter energia em trabalho

utilidade, resultando na degradação ambiental. Como a economia necessita de recursos naturais para se manter, com o aumento da entropia no meio ambiente, eventualmente os recursos a que ela tem acesso passam progressivamente a incorporar elementos que não podem ser economicamente aproveitados. Isto leva a economia a um ponto em que a entropia, em sua captação de recursos naturais, se torne tão alta que seu funcionamento passe a ser comprometido (RUELLE, 1993; REES, 1994).

O posicionamento da economia neoclássica e da economia ecológica com base nessa abordagem é representado na Figura 2. Os neoclássicos entendem que o meio ambiente é o provedor de recursos e receptor de rejeitos, sem considerar que a retirada de um e o acúmulo do outro podem afetar o funcionamento da economia. Para a economia ecológica, a economia está integrada ao meio ambiente e a deposição de rejeitos representa um retorno negativo que afeta a capacidade da economia em captar recursos úteis para sua manutenção. Além disto, a economia é permeável a alterações ambientais, representado na figura pela caixa pontilhada (Figura 2B) e não um sistema independente e fechado como querem os neoclássicos.

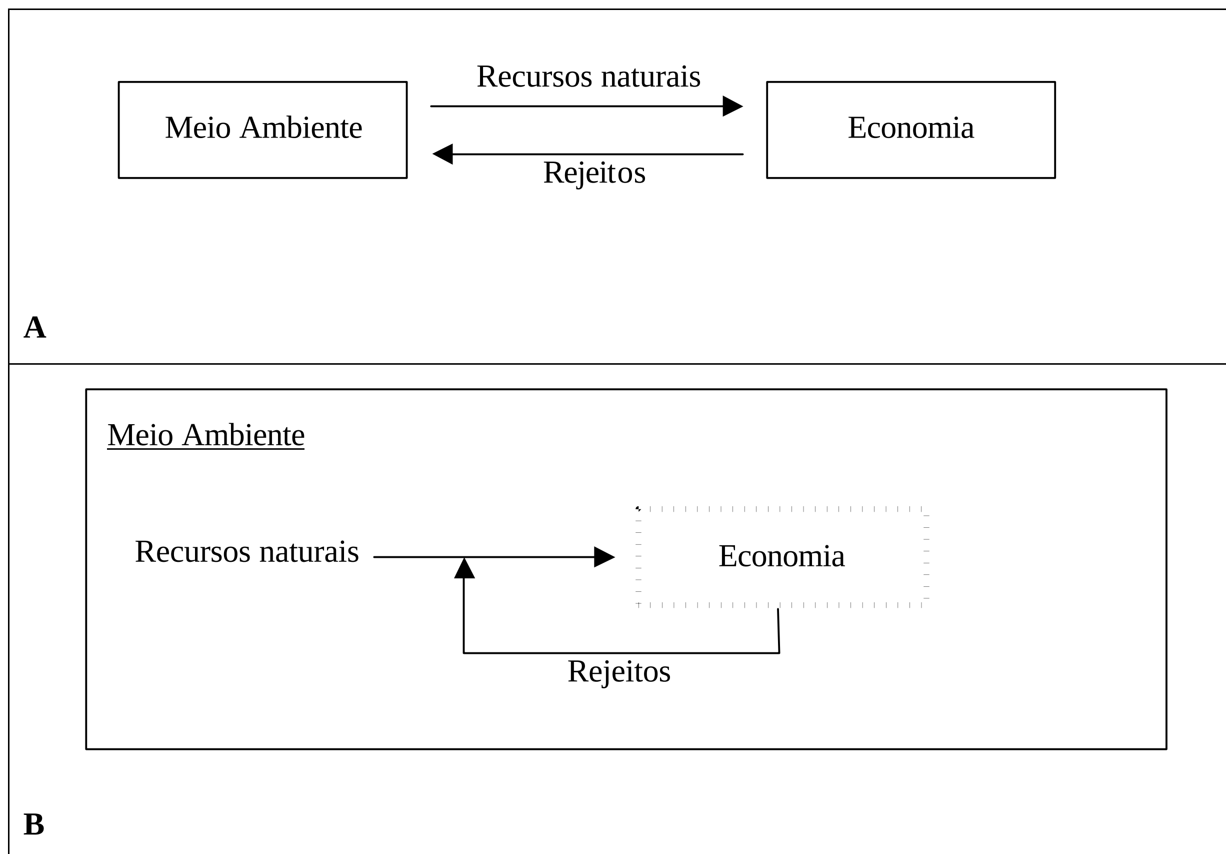


Figura 2: Relação entre a economia e o meio ambiente segundo a economia neoclássica (A) e a economia

ecológica (B)

Um exemplo é a contaminação da água. Recentemente se tornou evidente a necessidade de um melhor gerenciamento dos recursos hídricos. A disponibilidade de água potável vem se reduzindo, passando a ser um sério problema para muitos países em regiões secas e pobres. As causas deste problema resumem-se ao uso indiscriminado do recurso e a sua contaminação. O homem vem captando a água do meio natural sem se preocupar em sua reposição e apesar dos ecossistemas terem a capacidade de reciclar e purificar a água, o volume de contaminante cresce em tal intensidade que ultrapassa a capacidade natural de reciclagem. O sistema econômico passa, assim, a necessitar de investimentos crescentes em tratamento de água para que ela possa ser aproveitada, o qual acarreta o desvio de investimentos em outras áreas sociais importantes.

Ao provocar um acúmulo de poluição ambiental, o sistema econômico está atingindo o ponto em que o recurso disponível estará por demais degradado para ser útil, apresentando custos de tratamento inviáveis economicamente. A conseqüência é a falta de água em muitos locais que não tem capacidade de tratá-la e a necessidade de cobrar por seu uso em países onde ela ainda está disponível. Esta ultima opção é um recurso econômico de taxação, visando controlar a poluição, resultando na redução no desperdício do recurso, o qual passa a ser usado de modo mais racional. É uma medida paliativa que visa reduzir o volume de água contaminada a ser lançada no ambiente e aumentar a quantidade de água disponível para captação, mas não elimina o desequilíbrio entre as necessidades do sistema econômico e a capacidade dos sistemas naturais em prover o recurso.

A possibilidade que os sistemas econômicos e ambientais sejam analisados sob a ótica da energia, decorre da abordagem aberta que a economia ecológica tem no estudo das relações entre ambos os sistemas, permitindo que uma visão holística seja adotada, sobretudo no processo de valoração econômica. Sob a ótica de valoração do meio ambiente, a economia ecológica considera que um adequado conhecimento das características sócio-econômicas e ambientais é necessária, sob o risco de se desconsiderar importantes variáveis que podem influenciar no resultado do estudo (RÖNNBÄCK et al., 2000). Tal conhecimento somente pode ser obtido através do trabalho de um grupo multidisciplinar que esteja voltado para o problema em questão e procure compilar o máximo de informações possíveis que ajudem no estudo em desenvolvimento (O'HARA, 1996). Além disso, antes de buscar obter um valor econômico para o meio ambiente, a

economia ecológica se preocupa em fornecer subsídios para a adoção de políticas ambientais que venham a promover o uso sustentável do meio ambiente.

Contrariamente a esta posição, a economia do meio ambiente trata os sistemas naturais e sua relação com a economia de um modo fechado, considerando apenas as variáveis que podem afetar o desenvolvimento econômico. Baseada em uma abordagem de custo-benefício, preocupa-se apenas em determinar qual o uso economicamente mais vantajoso para uma área natural, trabalhando estritamente dentro da teoria neoclássica pela internalização na economia dos custos externos. As principais diferenças entre a economia do meio ambiente e a economia ecológica são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Principais diferenças entre a Economia do Meio Ambiente e a Economia Ecológica

	Economia do Meio Ambiente	Economia Ecológica
Abordagem geral	Mecanicista - o meio ambiente é apenas um anexo independente do sistema econômico	Sistêmica - o meio ambiente é um sistema complexo, no qual está integrado o sistema econômico
Abordagem tecnológica	Otimista - a tecnologia pode solucionar todos os problemas	Preventiva - a tecnologia não é a solução e pode gerar problemas ainda desconhecidos
Abordagem teórica	Monodisciplinar	Multidisciplinar
Objetivo	Maximizar a utilidade do uso dos sistemas ecológicos pelo sistema econômico	Promover o desenvolvimento econômico sustentável com o meio ambiente.
Escala temporal	Curto prazo	Longo prazo
Escala geográfica	Local e internacional	Local e global
Teoria do valor	Baseada na satisfação de necessidades pessoais	Não tem. Pode ser baseada na energia
Recursos naturais	Devem ser alocados no mercado do modo mais eficiente	Definem o potencial do desenvolvimento econômico.
Sustentabilidade	Busca a sustentabilidade dos recursos economicamente interessantes para manter o funcionamento da economia	Busca a sustentabilidade como forma de manter e melhorar a qualidade de vida das pessoas.
Valoração econômica	Pode ser realizada somente com base na teoria e no ferramental da economia	Necessita um amplo conhecimento transdisciplinar para poder ser feita adequadamente

Modificado de MOTA, 2001

Deste modo, mesmo que ambas a economia do meio ambiente e a economia ecológica utilizem as técnicas neoclássicas de valoração econômica, elas o fazem com base em diferentes

pressupostos. As técnicas de valoração disponíveis, seus usos e limitações são apresentados no próximo tópico.

2.3 Técnicas de Valoração

A partir da necessidade de se atribuir valores a bens e serviços ambientais a economia do meio ambiente desenvolveu o conceito de Valor Econômico Total (ou “Total Economic Value”, TEV) do meio ambiente. O TEV é constituído de um conjunto menor de valores que abarcam as diferentes possibilidades de uso econômico que podem ser feitos do meio ambiente. Assim, o TEV se constitui em valor de uso e valor de não uso, os quais se subdividem de acordo com o esquema apresentado na Figura 3 (PEARCE, 1990; STRAATEN, 2000; TORRAS, 2000).

Valor de uso, o qual se subdivide em

- Valor de uso direto – é o valor obtido do uso direto do recurso, por exemplo, através dos dividendos dos usos recreativos, turísticos e pesqueiros da região costeira.
- Valor de uso indireto – referente ao valor dos benefícios indiretos dos serviços prestados pelo ambiente, como a regulagem climática exercida pelos oceanos.
- Valor de opção – são os valores anteriores quando se opta por não se obter determinado benefício ambiental no presente em face de possíveis benefícios que podem vir a ter importância no futuro, e que ainda são desconhecidos.

Valor de não-uso por sua vez é dividido em:

- Valor de existência – valor que o ambiente tem apenas por existir, considerada a opção por não utilizá-lo economicamente. As pessoas podem optar por não utilizar determinado recurso, por exemplo uma floresta, apenas por se sentirem satisfeitas com a simples existência do ambiente, mesmo que nunca venham a fazer algum tipo de uso dele.
- O valor de herança pode ser classificado tanto como sendo de não uso ou de opção, pois se refere à opção que as pessoas têm de não fazer uso de um recurso, deixando-o para as gerações futuras. Os valores de não uso não são revelados através do mercado, se requer ou a criação de mercados hipotéticos (vide Apêndice C), ou a explicitação de preferências, para que possam ser valorados (KOTCHEN, 2000).

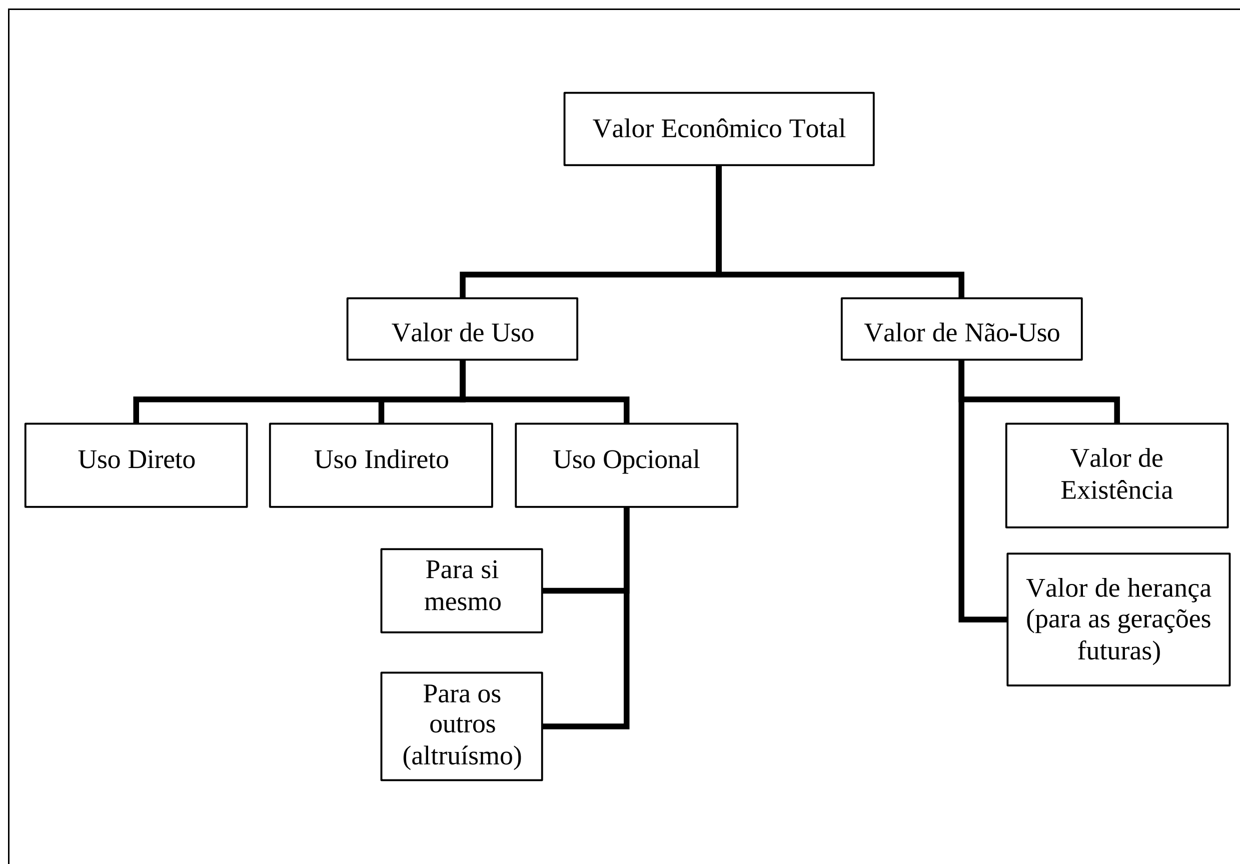


Figura 3: Componentes do Valor Econômico Total do meio ambiente

As técnicas de valoração permitem avaliar diferentes componentes do TEV, devendo-se observar quais deles se pretende valorar para que se possa escolher adequadamente a técnica a ser utilizada. A abordagem utilizada varia, podendo ser classificada de acordo com o apresentado na Tabela 3. O método indireto busca dados no mercado que reflitam o comportamento do consumidor e, portanto, suas preferências. Por sua vez o método direto é realizado através de entrevistas junto aos consumidores, visando expor objetivamente as preferências das pessoas. As outras técnicas não se aplicam nesta classificação por não se basearem diretamente no mercado e nas preferências para serem utilizadas.

Tabela 3: Classificação das técnicas de valoração da economia do meio ambiente.

Método de valoração	Técnica utilizada
Direto	Valoração Contingente
Indireto	Mudanças na Produtividade
	Custo de Doença / Perda de Rendimentos
	Análise Custo-Efetividade
	Gastos Preventivos
	Custos de Reposição
	Custos de Re-alocação
	Shadow Projects
	Métodos Hedônicos
	Custo de Viagem
Outras	Transferência de Benefícios
	Análise Emergética

No presente estudo, os custos envolvidos em um derrame podem ser classificados como:

- Custos Diretos:
  - Custos de Controle ou Prevenção: São todos aqueles custos envolvidos em ações que venham a evitar a ocorrência de um derramamento.
  - Custos de Mitigação: São os custos decorrentes das atividades de remoção do derrame e recuperação do meio ambiente.
  - Custos de Compensação: Ocorrem quando existem prejuízos para os diversos ramos da sociedade devido à perda, mesmo temporária, do bem natural os quais demandam uma compensação pelos prejuízos sofridos.
- Custos Indiretos:
  - Custos de Degradação: São aqueles causados pelas externalidades geradas pelo derrame, ou seja, os danos afligidos a terceiros.

Os custos do derrame podem ser valorados de diferentes formas, os dados para a valoração dos três primeiros podendo ser obtidos de consulta ao mercado e os custos de degradação podendo ser obtidos pela consulta direta junto aos afetados.

2.3.1 Mudanças na Produtividade

As atividades econômicas podem gerar efeitos no meio ambiente que afetem a produtividade deste de diversas formas. A valoração utilizando-se de mudanças na produtividade, ou produtividade sacrificada, avalia tais efeitos em recursos ambientais que estejam representados no mercado como, por exemplo, os frutos do mar comercializados para consumo humano (BELLI et al., 1998). Para sua aplicação devem ser considerados (DIXON et al., 1996):

1. Os efeitos locais e também as externalidades do processo gerador do impacto pois apenas os efeitos diretos não refletem os custos ambientais da produtividade total perdida.

2. As conseqüências da não existência do impacto devem ser consideradas para que se possa estimar corretamente o nível do dano causado, ou evitado. Por exemplo, suponha-se que determinado projeto afetará negativamente a pesca em uma região. Deve-se considerar as conseqüências ao longo do tempo da não implantação do projeto para que se possam isolar outros atores que podem atuar sobre a atividade pesqueira. O pressuposto que haveria um aumento na produtividade, ou que este manteria os níveis existentes, não é correto, pois o manejo errado dos estoques pesqueiros por si só poderia causar a redução do recurso.

3. O período de tempo durante o qual a mudança gerada na produtividade ocorrerá deve ser estimado para não incorrer na superestimativa dos efeitos do impacto.

4. Informações sobre o período de duração da mudança de produtividade, bem como de possíveis alterações futuras na mesma, são também importantes na avaliação da extensão dos efeitos econômicos aferidos.

5. Os preços dos produtos ambientais afetados devem ser corretamente verificados no mercado.

É fundamental que se possa observar uma relação dose-resposta[25] entre o impacto e o dano causado e que dados confiáveis sobre ela possam ser obtidos. A falta destes impede uma correta estimativa para que se possam calcular os valores mais corretos. Os valores obtidos são então adicionados aos custos do projeto, ou do processo produtivo gerador do dano. Este custo total é então comparado com os custos dos processos alternativos, se houver, ou das possíveis ações preventivas.

Um exemplo de seu uso de forma indireta está na valoração de ecossistemas de manguezais. As áreas de manguezais fornecem muitos recursos que podem ser valorados com base em informações do mercado, tais como caranguejos, mariscos e artesanato em madeira. Quando ocorre uma contaminação, estes recursos, especialmente os dedicados ao consumo humano, ficam inacessíveis. Verificando-se a queda na produção (venda) destes produtos pode-se estimar o valor deste recurso fornecido gratuitamente pelo meio ambiente.

Uma forma mais direta de seu uso seria na valoração da qualidade da água para empreendimentos voltados para a aqüicultura. A poluição aquática afetaria diretamente a produtividade de uma fazenda de mexilhões, por exemplo, causando a perda da produção. O valor da produção perdida seria contabilizado como sendo o valor da água quando não contaminada por poluentes.

- **Vantagens**: Assim como as outras técnicas indiretas de valoração, a avaliação de mudanças de produtividade pode ser feita diretamente no mercado, verificando-se o comportamento deste e dos consumidores em face de alterações da qualidade ambiental

- **Desvantagens**: A maioria dos recursos e serviços ambientais não pode ser inserida diretamente no mercado e portanto serem verificados por alterações na produtividade de determinadas atividades humanas, pois esta relação é usualmente indireta. Usando-se novamente o exemplo dos manguezais, estes exercem importante papel como exportadores de matéria orgânica que irá permitir o desenvolvimento de inúmeras espécies, atuando como um berçário natural. Muitas destas espécies possuem um valor comercial, como os caranguejos, o

[25] A relação dose-resposta baseia-se no pressuposto da poluição, assume que para cada dose de poluente adicionado ao meio ambiente haverá uma resposta diretamente proporcional.

qual pode ser aferido diretamente. Entretanto, grande parte delas, como peixes e camarões, somente será capturada quando adultas em regiões distantes do mangue onde se desenvolveram. A relação entre a redução na atividade comercial (pesca, por exemplo) e espécies que possuem representantes nos mangues afetados são de difícil realização, dificultando a determinação do real valor de mercado da produtividade do manguezal.

2.3.2 Custo de Doença / Perda de Rendimentos

Usualmente utilizada para se verificar os custos da poluição, o custo de doença / perda de rendimentos avalia os efeitos sociais das mudanças na capacidade de trabalho. Estas mudanças são verificadas pela mudança na produtividade relacionada a efeitos sobre sua saúde. A contabilização dos efeitos gerados por determinado projeto na saúde da população (incluindo redução de ganhos, gastos médicos e com medicamentos e demais gastos gerados por doenças), necessita de uma clara relação de causa-efeito entre a poluição gerada e as conseqüências na saúde e de uma correta estimativa dos rendimentos perdidos e os correspondentes gastos com o tratamento das pessoas afetadas (DIXON et al., 1996; BELLI et al., 1998; KUCHLER et al., 1999).

A perda de rendimentos pode ser utilizada na avaliação do valor dos ganhos que uma pessoa deixa de obter devido a problemas de saúde causados pelas condições de trabalho. Considere uma pessoa que sofre um acidente de trabalho ou sofre os efeitos de um ambiente de trabalho prejudicial à sua saúde, ficando, portanto incapacitado de continuar exercendo sua atividade produtiva ou mesmo em caso de morte. O custo da doença seria calculado como o valor corrigido dos rendimentos que essa pessoa deixou de ganhar, ou deixará de ganhar, ao longo do período em que poderia continuar naquela atividade, se não afetada pela doença (OFIARA, 2001). No caso da morte do indivíduo, a perda de rendimentos é extrapolada para o período em que a pessoa seria economicamente ativa na função executada, verificando-se, em valores presentes, os ganhos que ela teria durante sua vida.

Seu uso no estudo dos efeitos da poluição deve considerar as concentrações dos vários poluentes no ambiente, seus efeitos na população em diferentes faixas etárias, verificando-se a ocorrência de aumento na incidência de doenças e estimar os custos de tratamento e perda de rendimentos. Alternativamente, melhorias na saúde da população também são verificadas por esta

técnica, caso em que ocorreria uma melhoria na produtividade. Um exemplo disto é implantação de sistemas e tratamento de água e esgoto, resultando em uma melhoria da qualidade de vida das pessoas e na redução das possibilidades de contração de doenças.

- **Vantagens**: Na existência de uma clara relação dose-resposta é possível determinarem-se os efeitos na saúde da população pela perda, ou melhoria, da qualidade ambiental e buscar no mercado valores que possam ser utilizados na valoração.

- **Desvantagens**: Diversos fatores devem ser considerados, como a renda e nível educacional, os quais afetam o estado geral da saúde da população. Os custos aferidos são considerados como os valores mínimos do beneficio decorrente da prevenção do dano, pois não consideram as iniciativas pessoais para evitar ou tratar a doença. Além disso, as variáveis não mercantilizáveis (desconforto, dor, preocupação de terceiros com o afetado, entre outros) são excluídas nesta abordagem. É necessário, ainda, que a poluição cause danos à saúde das pessoas para que seu uso se justifique.

  A estimativa do valor da vida de uma pessoa, pela perda de rendimentos, é questionável pois seu uso direto implica que os mais pobres valem menos, os desempregados ou aposentados tem um valor zero, por não terem um rendimento, e as possibilidades de promoções, mudanças de carreira e outras melhorias nos rendimentos são ignoradas (DHARMARATNE et al., 1999).

2.3.3 Análise de custo-efetividade

Ao contrario das outras técnicas de valoração, o estudo de custo-efetividade não tenta determinar o valor dos benefícios envolvidos, mas apenas os custos da melhor maneira de se atingir um determinado objetivo, sendo utilizado quando não se dispõe de informações sobre, ou não é necessário avaliar, as conseqüências entre as alternativas de usos do meio ambiente e o bem-estar das pessoas afetadas pela opção escolhida (DIXON et al., 1996, BELLI et al., 1998).

Neste caso define-se um objetivo a ser atingido (por exemplo, a proteção de determinado ambiente, nível de extração de madeira, controle de erosão ou a reabilitação de áreas costeiras) (DIXON & SHEMAN, 1990; SPURGEON, 1998), procedendo-se ao estudo das diferentes formas para se atingir esta meta do modo economicamente mais eficiente, que combine os

menores gastos com o máximo retorno possível do investimento. (GILPIN, 1996). A comparação entre estas alternativas definirá a mais adequada para a situação em questão, que será aquela com o menor custo em relação aos benefícios obtidos. Esta abordagem facilita o processo de tomada de decisão ajudando a eliminar aquelas alternativas hipotéticas que sejam mais dispendiosas que possibilidades mais reais, permitindo que se defina um limite de custo a que se pretende chegar (LIPTON et al., 1995).

A escolha das alternativas para se atingir o objetivo desejado deve ser cuidadosa e abrangente, garantindo-se que a escolha recairá sobre a opção mais adequada. Por outro lado, deve ser levado em consideração também que para cada alternativa proposta podem existir diferentes conseqüências sobre o meio ambiente, que devem se avaliadas no processo de decisão.

Em seu uso, o estudo de como o mesmo problema, ou similar, foi tratado em outras localidades e quais soluções foram utilizadas, pode ser útil para se ampliar à gama de escolhas disponíveis. Os possíveis danos ambientais e à saúde devem ser cuidadosamente determinados, assim como eventuais medidas que possam ser tomadas para minimizar estes efeitos (DIXON et al., 1996). Como o projeto mais adequado pode não ser financeiramente o mais interessante a opção pela sua não implantação, ou de nenhum outro projeto, deve se manter sempre disponível, devendo ser sempre realizado paralelamente um estudo de custo-beneficio. Um exemplo de seu uso são as comparações dentre as alternativas para se tratar uma doença, sendo de uso corrente no setor de planos de saúde, onde a alocação de recursos para o tratamento deve ser feita com base em um orçamento definido (KENKEL, 1997).

- **Vantagens**: A análise de custo-efetividade permite que se ajude a comunidade a definir o quanto ela está disposta a pagar, ou receber, pela realização do objetivo pretendido. Muitas vezes essa definição não existe, e então a apresentação dos valores das diferentes alternativas pode fornecer uma base para a determinação do valor que as pessoas atribuem ao ambiente estudado.

- **Desvantagens**: Sua maior desvantagem é não permitir que se verifique economicamente o benefício resultante da linha de ação escolhida, ou da meta a ser atingida.

2.3.4 Gastos Preventivos

Esta abordagem assume que as pessoas e instituições, públicas ou privadas, estão dispostas assumir custos visando evitar ou reduzir a ocorrência de danos ambientais, indicando que para elas os benefícios com a preservação do meio ambiente superam os custos envolvidos (LIPTON et al., 1995; DIXON et al., 1990). Utilizando os valores obtidos, a técnica determina diretamente quanta importância as pessoas atribuem aos benefícios da preservação do meio ambiente, permitindo que seus gastos nesta linha de ação atuem como substitutos na valoração da preservação, a qual é de difícil monetarização.

Na sua realização são necessários dados precisos sobre os gastos gerados pela prevenção ou mitigação, e tais gastos não podem trazer outros benefícios secundários além do avaliado, caso em que seus valores seriam modificados. Embora seu uso seja relativamente fácil e possa fornecer informações importantes para a tomada de decisão, a renda das pessoas afetadas, especialmente em países pobres, é uma grande restrição à sua aplicação de modo eficiente, podendo sobrepor-se a necessidade de preservação ambiental.

Dentro do tema abordado neste trabalho, os custos de prevenção recaem sobre a Petrobras e refletem suas ações para evitar a ocorrência de derrames ou atuar rapidamente em sua contenção. Outros exemplos do uso desta técnica são a avaliação dos gastos com o uso de filtros nas chaminés para reduzir poluição atmosférica, a construção de pequenas centrais de tratamento de esgotos para melhorar a qualidade das águas ou a construção de barreiras para evitar a erosão de terras aráveis e o assoreamento de corpos d'água.

- **Vantagens**: Os dados necessários para sua realização podem ser obtidos diretamente junto aos atores envolvidos no processo de prevenção.

- **Desvantagens**: Sua maior desvantagem é o fornecimento apenas do valor mínimo estimado para o recurso avaliado, devido a limitações orçamentárias e a disposição da empresa em investir na prevenção apenas se sua estimativa dos benefícios obtidos for igual ou maior que os custos envolvidos, não investindo em algo que renda, mesmo subjetivamente, um valor inferior que o montante inicialmente utilizado. Outra desvantagem desta técnica decorre do fato que as pessoas podem procurar alternativas para evitar ou fugir do dano causado

(mudando para outro local, por exemplo) (TOLMASQUIM, 2000) mas que não evitem a ocorrência do dano ambiental.

2.3.5 Custos de Reposição

Baseada na suposição que os custos para reparar bens de produção afetados por determinado projeto podem ser medidos, o custo de reposição tenta avaliar os custos associados com a restauração do ambiente danificado para seu estado original, não fornecendo uma estimativa direta dos benefícios da preservação do ambiente, podendo ser considerada apenas como uma forma de contabilidade dos custos envolvidos em sua preservação ou recuperação (DIXON et al., 1996).

Sua aplicação demanda que a magnitude dos danos possa ser medida, que os custos de reparação não sejam maiores que o valor dos recursos destruídos para que a reposição seja economicamente eficiente, que não existam outros benefícios secundários na reparação e a inclusão de todos os custos e fatores envolvidos na reposição (LOHANI et al., 1997). Quando utilizada em paralelo com os gastos preventivos ela permite que se faça uma análise dos custos envolvidos com a prevenção. Por outro lado, seu uso conjunto com a técnica da mudança na produtividade fornece informações sobre as possíveis vantagens econômicas que podem advir da restauração do ambiente.

Um exemplo de seu uso é o custo para se reconstituir praias afetadas por obras de engenharia. Empreendimentos costeiros mal planejados podem alterar a circulação de areia que alimenta as praias. Como conseqüência ocorre uma redução no volume de areia de alguns locais, a qual pode vir a acumular-se em outras praias ou formar bancos de areia que podem prejudicas a navegação. Neste caso, o custo de reposição da areia perdida representa o valor do bem, a praia, afetado. Entretanto a restauração da fauna da praia é realizada naturalmente, não sendo contabilizada nos custo de reposição.

- **Vantagens**: do mesmo modo que a técnica de gastos preventivos, os gastos com a recomposição do meio ambiente podem ser obtidos diretamente com o envolvidos no processo, alem de refletirem a importância atribuída ao ambiente que sofreu a degradação.

- **Desvantagens**: Esta técnica é indicada para danos agudos, não servindo para a valoração de danos que ocorrem gradualmente, pressupondo que neste caso os gastos com prevenção eventualmente evitariam a total destruição do ambiente. Nota-se que a restauração do meio ambiente não implica a recuperação de todas as suas funções e serviços, que podem se perder permanentemente. Deste modo seu uso em situações de danos irreversíveis apenas indicará o valor mínimo do ambiente valorado. Além disso, os eventuais danos causados no impacto avaliado e a restauração do ambiente não são contabilizados.

2.3.6 Custos de Re-alocação

A técnica de custo de re-alocação considera que os benefícios em se preservar a qualidade ambiental podem ser comparáveis ao custo de re-alocação física do empreendimento responsável pela alteração ambiental (LOHANI et al., 1997). Nada mais que uma análise de custo-benefício, ela compara os custo envolvidos na mudança de um determinado empreendimento para outro local versus os custos do dano ambiental a ser causado pela instalação na região originalmente prevista.

A implantação de uma fábrica que gere efluentes líquidos a serem despejados em um rio é um bom caso de estudo para esta técnica. Considerando-se a existência de comunidades que se utilizem desse mesmo rio, como uma cidade, os custos de se mudar a fábrica para uma localização rio abaixo, que não cause a contaminação da água usada na cidade, equivaleriam aos benefícios de não se ter à água poluída (DIXON et al., 1996), benefícios estimados pelos custos de tratamento da água antes de seu uso pelas comunidades afetadas.

Outro exemplo envolve a re-alocação dos afetados e não do empreendimento. Na construção da hidrelétrica de Yacyreta, entre a Argentina e o Paraguai, se observou que uma redução em 7 metros no nível de água do lago a ser formado, reduziria o número de pessoas a serem removidas da região a ser alagada de 41.000 para apenas 7.000, mas a geração de eletricidade seria reduzida pela metade. Quando comparados os custos de re-alocação de todas as 41.000 pessoas a serem afetas pela operação da hidrelétrica em seu nível máximo, versus os prejuízos da redução no fornecimento de eletricidade, determinou-se que os lucros obtidos com a produção de energia no nível máximo do lago justificariam os custos envolvidos na re-alocação das pessoas afetadas (DIXON et al., 1996).

- **Vantagens**: Assim como as outras técnicas de valoração indireta, o custo de re-alocação busca observar o comportamento real do mercado frente à possibilidade da ocorrência de um dano ambiental.

- **Desvantagens**: O uso desta técnica não se justifica para a avaliação do custo de re-alocação gerador do impacto ambiental se este já estiver concluído e o exercício da técnica for apenas hipotético, uma vez que os benefícios a serem obtidos, ou preservados, com a re-alocação foram efetivamente, se não permanentemente, afetados com a implantação da fonte do impacto ambiental.

2.3.7 "Shadow Projects"

A "Shadow Projects" busca avaliar os benefícios na preservação de um determinado ambiente com base nos custos envolvidos em artificialmente reproduzir os bens e serviços por ele prestados, estimando os valores dos serviços ambientais ameaçados utilizando-se os custos do desenvolvimento de projetos poderiam substituir estes serviços (DIXON et al., 1996; BELLI et al., 1998).

Para que seu uso seja válido, é preciso que o ambiente, e os serviços prestados por ele, sejam de grande importância justificando o uso de substitutos que poderiam efetivamente fornecer os mesmos serviços que o ambiente original, caso seus custos não excedam o valor dos serviços perdidos. É necessário também que a alternativa artificial possa prover a mesma quantidade e qualidade dos bens e serviços fornecidos pelo meio ambiente e exista a necessidade da manutenção do nível original de bens e serviços (LOHANI et al., 1997).

No caso de um lago que poderia ser contaminado seria avaliado se o custo de se implantar um projeto que substituísse os possíveis serviços prestados pelo bem perdido. Nesta situação, ao considerarem-se serviços como a pesca, o lazer e o fornecimento de água, a construção de pesqueiros artificiais e poços poderiam ser considerados os "shadow projects" do recurso perdido. O custo total estimado para o lago seria constituído então do custo do substituto, ou substitutos, somado ao custo do projeto inicial gerador do dano.

Outro exemplo seria a poluição de uma praia, que implica a necessidade da busca por uma atividade substituta. Novamente, enquanto o acesso à praia é livre e gratuito, o substituto não o é,

incorrendo em um custo para o usuário. Deve-se considerar, entretanto, que na natureza substitutos perfeitos dificilmente podem ser encontrados, sendo que os bens substitutos podem representar apenas parte do valor total perdido, seja através de métodos de substituição direta, ou reposição (praias por piscinas), de prevenção do dano (prevenção contra doenças hídricas) ou de controle do dano (controle da poluição) (Da MOTTA, 1997).

- **Vantagens**: Nos casos onde os shadow projects podem ser aplicados, é relativamente simples a obtenção dos valores, dos substitutos a serem utilizados, necessários para sua aplicação.

- **Desvantagens**: Raramente é possível sua aplicação de modo realista. Sua aplicação pode ser feita de modo simplista, desconsiderando-se muitas variáveis ambientais que tornariam seu uso inviável. Por outro lado esta simplificação implica em valores altamente subestimados e que não representam os bens e recursos afetados como um todo, o que vai de encontro à proposição desta técnica.

2.3.8 Custo de Viagem

O custo de viagem objetiva avaliar a demanda por áreas naturais ou não, a partir da observação direta do comportamento dos usuários do local analisado, sendo usualmente aplicado na avaliação de valores relacionados à atividade de recreação. Assume que os custos para se visitar um determinado local (incluindo o deslocamento e os gastos envolvidos durante a visitação) podem ser considerados como o preço para a visitação fornecendo uma indicação da mínima disposição a pagar para usufruir o local analisado (LIPTON et al., 1995; DOUGLAS et al., 1999; PENDLETON, 1999; MOTA, 2001).

Seu uso presume que os visitantes podem ser agrupados de acordo com áreas de origem, tendo as mesmas preferências. Considera também que alterações no custo de viagem afetam diretamente a disposição das pessoas em assumir tais gastos, assumindo, portanto que moradores mais distantes tenderão a visitar menos o local, enquanto pessoas que vivem mais próximas irão com mais freqüência, por arcarem com custos menores (DIXON et al., 1996; Da MOTTA, 1997; ALP et al., 2002).

A seqüência de aplicação é feita definindo-se o número de pessoas que visitam o local em estudo e com a aplicação de questionários em uma parcela que represente o total de visitantes.

Em seguida, os visitantes são agrupados de acordo com seu local de origem e a relação entre a região de origem dos visitantes e do número de visitações é determina a taxa de visitação. O custo de viagem para cada local de origem é calculado e uma curva de demanda[26] é criada, permitindo estimar o valor recreacional da área em estudo (TOLMASQUIM, 2000).

Conseqüência direta do uso da distância no calculo do custo de viagem é a necessidade de se considerar o custo de oportunidade do tempo que as pessoas estão dispostas a aceitar para realizar a visitação. Mais que uma simples variável, o tempo define os locais a serem visitados, a duração da visita e quantas vezes ela será realizada, e deve ser considerado na elaboração da curva de demanda. Usualmente sua estimativa em termos do impacto na renda é feita assumindo-se que o tempo disponibilizado para a viagem representa um custo de oportunidade equivalente ao sacrifício de uma fração de sua renda, parcela que não seria perdida se a opção de ficar trabalhando fosse adotada (SMITH, 1997; HARDARSON, 2000).

Alguns cuidados que devem ser tomados em sua aplicação incluem uma correta avaliação do custo do tempo gasto com a visitação e os possíveis substitutos para o local visitado e para as atividades ali desenvolvidas e suas características (DIXON et al., 1996).

- **Vantagens**: Não é necessária a criação de mercados hipotéticos para a sua aplicação e o comportamento dos consumidores é observado diretamente.

- **Desvantagens**: Sua aplicação pode ser complexa, demandando uma grande quantidade de dados, principalmente por basear-se em entrevistas que devem ser realizadas em quantidade suficiente para representar significativamente o número de visitantes do local estudado. Os dados obtidos devem ser extrapolados para representar as populações dos diferentes pontos de origem dos visitantes. A técnica somente permite a avaliação do presente, sendo preciso a execução de vários estudos de custo de viagem ao longo do tempo para verificar-se a variação do comportamento do consumidor em face de alterações ambientais no local visitado, particularmente quando se procura avaliar os efeitos de um acidente ambiental.

[26] Relação entre custos de visitação e número de visitas. Vide Apêndice D.

2.3.9 Métodos Hedônicos

Os métodos hedônicos tratam o valor de um determinado bem, do mercado imobiliário, como sendo derivado de um conjunto de características, entre as quais o meio ambiente é uma delas, que afetam a utilidade deste bem e, conseqüentemente, seu preço. Pressupondo que diferentes bens possuem diferentes atributos ambientais, assume-se que suas diferenças influenciam no valor da propriedade (PEARCE et al., 1990; DIXON et al., 1996; HARDARSON, 2000; ALP et al., 2002).

Seu pressuposto básico deve ser visto com cautela, pois o valor de uma propriedade depende de um número grande de variáveis, tais como amenidades ambientais, a infra-estrutura do imóvel (área construída, número de quartos, entre outros), a infra-estrutura da região (proximidade de escolas, mercados, local de trabalho, por exemplo) e o custo de vida influenciam a formação do preço imobiliário. Todos estes fatores interferem no processo de formação do preço de um imóvel devendo, na medida do possível, serem isolados (MOTA, 2001).

Basicamente, essa técnica pode ser aplicada de duas maneiras. Uma forma consiste em definir um determinado fator ambiental, por exemplo, a poluição sonora, e comparar o valor das propriedades em áreas com alto nível de ruído com o de propriedades similares em regiões que não sofrem o mesmo problema (MORIOKA et al., 1996). Este uso está sujeito a interferência de outras variáveis que irão dificultar a verificação da participação do meio ambiente na composição do preço da propriedade.

Outra forma de aplicação consiste em definir uma propriedade, ou um grupo de propriedades, e observar sucessivamente a variação de seu valor de revenda ao longo do tempo, verificando-se assim a influencia da variação da qualidade ambiental no valor dos imóveis (LIPTON et al., 1996). Embora esta forma de aplicação reduza a interferência de outras variáveis, pois elas são mantidas relativamente fixas, em escalas temporais prolongadas, seus efeitos podem se fazer presentes da oscilação do valor das propriedades.

A aplicação desta é portanto mais indicada em situações onde a variável ambiental exerce uma influencia significativa no mercado imobiliário. Isto pode ser facilmente observado em

situações envolvendo a poluição aguda cujo incomodo constante pode ser suficiente para influir na venda das propriedades afetadas.

- **Vantagens:** Permite que se conheça o comportamento real do mercado pela observação direta da variação de preços.

- **Desvantagens:** A existência de diversos fatores afeta o uso desta técnica e devem ser conhecidos para que se possa estimar o valor do fator ambiental estudado e aplicar esta técnica. Seu potencial de uso na avaliação de impactos ambientais eventuais pode não ser significativo, uma vez que seus danos de curta duração não afetam intensamente o valor das propriedades afetadas (LIPTON et al., 1995).

2.3.10 Valoração Contingente

A valoração contingente é idealmente utilizada quando bens e serviços ambientais não podem ser alocados em um mercado real. Seu uso se baseia no levantamento direto, através de entrevistas, das preferências individuais relativas ao bem que se deseja valorar, criando um mercado hipotético que permita atribuir valores a elementos naturais (PEARCE et al., 1990; MOTA, 2001).

Sua forma principal de utilização é a avaliação da disposição das pessoas em pagar (WTP, Willingness to Pay – disposição a pagar) pela preservação de determinado bem ou serviço ambiental, ou em receber (WTA, Willingness to Accept – disposição a aceitar) pela perda deste bem. A avaliação é feita com a realização de entrevistas diretamente com as pessoas cuja opinião se deseja conhecer de forma similar às pesquisas de mercado existentes (KULA, 1994; MOTA, 2001; ALP et al., 2002).

Os resultados obtidos pela valoração sofrem influencia do recurso a ser valorado; do método de valoração escolhido (WTP ou WTA); de como será feito o pagamento se a opção for WTP (impostos, tarifas, doação, cobrança direta, entre outros) ou a compensação se usando WTA (subsídios, compensações diretas, novas obras públicas, etc..); do tamanho da amostra; da elaboração do questionário; das informações apresentadas ao entrevistado e da forma de aplicação do questionário (vide Tabela 4).

Tabela 4: Tipos de questionário para valoração contingente.

Tipo de Questionário	Aplicação
Bidding games	Fornecendo um valor determinado e questionando se o entrevistado acha a quantia adequada ou satisfatória.
Lances livre	Perguntando diretamente qual a quantia o entrevistado está disposto a pagar ou receber
Opções de pagamento	Fornece valores em seqüência progressiva, se o primeiro valor for aceito ou regressiva se rejeitado, até se chegar ao valor adequado para o entrevistado.
Referendo	Fornecer um valor fixo e questionar o entrevistado se o valor é aceitável ou não. A quantia apresentada é variada durante a amostragem para se definir qual seria mais aceita (LOOMIS et al., 2000);
Referendo acompanhado	Similar a anterior, mas onde se pergunta se, caso aceite o valor apresentado, o entrevistado aceitaria uma determinada quantia maior que indicada originalmente.

Um exemplo do uso da valoração contingente foi o uso da WTP para se levantar os valores de não uso afetados pelo derrame do Exxon Valdez, ocorrido no Alasca, em 1989, e que representa até hoje um dos maiores derrames ocorridos em águas norte-americanas. Carregado com 200.000 m^3, após uma colisão com o fundo liberou 41.000 m^3 na costa do Alasca. Neste caso, foram realizadas entrevistas em 1.043 residências, e os resultados obtidos extrapolados para um universo de 90.838.000 residências, correspondentes à população dos EUA. O questionário buscava verificar o quanto à população estava disposta a pagar, em aumento no preço do petróleo, para evitar a ocorrência de novos acidentes. Como resultado chegou se a valores de WTP estimados médios de US$ 8.6 bilhões (CARSON, 1995).

A discussão decorrente deste estudo levantou questões e dúvidas sobre a eficiência da técnica utilizada, entre elas: a) o problema da renda, pois, se a valoração fosse realizada em um país com uma renda per capita inferior, os resultados poderiam ser afetados; b) não se realizou um estudo de WTA para se poder comparar os resultados; c) o público foi submetido a uma maciça cobertura do acidente e a quantidade e qualidade de informação disponível pode ter influenciado nos resultado; d) dentre os dois valores obtidos fica a dúvida entre qual deles seria mais representativo (HARRISON, 2001).

- **Vantagens**: É a única técnica de valoração que permite a obtenção de valores referentes a bens intangíveis e outros bens que não estejam representados por um mercado. Além disto é a única que torna possível a obtenção do valor de existência do bem estudado.

- **Desvantagens**: Esta técnica sofre por muitas críticas (BOXALL et al., 1996; CLARK et al., 2000) decorrentes de falhas devido a sua concepção. A necessidade de informação sobre o ambiente por parte do entrevistado é uma das limitações desta técnica. Dependendo da visão que a pessoa tenha do problema, os valores indicados podem não refletir a real disposição da pessoa a pagar / receber pelo dano ambiental ocorrido (JORGENSEN et al., 2001). Por outro lado, o fornecimento de informações, e de valores, pelo entrevistador pode induzir respostas tendenciosas ou pouco confiáveis, podendo mesmo direcionar o resultado da pesquisa.

  Outros problemas decorrem das discrepâncias de resultados observados entre a WTP e a WTA (LOOMIS et al., 1998), pois as pessoas tendem a optar por maiores valores se a alternativa for receber, ao invés de pagar (ANDERSON et al; 2000) ou ainda por sofrerem influência de limites orçamentários no momento de indicarem valores (AHLHEIM, 1998).

2.3.11 A transferência de benefícios

A transferência de benefícios é basicamente a transferência de dados pré-existentes de valoração de recursos para um novo estudo visando otimizar a relação custo-eficácia do desenvolvimento do estudo. Ela não é, portanto uma técnica de valoração, mas uma alternativa a elas, se baseando em seus resultados para valorar recursos ou serviços (ALP et al., 2002).

Sua aplicação decorre em três etapas. Na primeira deve-se descrever o objeto de estudo, determinando todas as suas características que possam ser relevantes a um estudo de valoração. Em seguida analisam-se os estudos similares já realizados e disponíveis, verificando-se o potencial que estes têm para fornecer dados ao estudo a ser realizado. Finalmente, com base em um adequado conhecimento do problema obtido nas etapas anteriores, a transferência é realizada (ALP et al., 2002; MARKOWSKI, 2002)

A transferência pode ser feita de dois modos. Na transferência direta de benefícios os resultados de um estudo são aplicados em outro, usualmente utilizando-se valores que podem se referir a uma ampla gama de variáveis. A transferência em muitos casos não pode ser direta, pois inúmeras características apresentam diferenças entre dois locais distintos. É preciso que os dados utilizados sejam escolhidos com cuidado resultando em que somente parte deles possa ser selecionada para a transferência. Uma forma de uso deste método é a meta-análise, que consiste

em analisar estatisticamente um conjunto de resultados, permitindo que se obtenham as informações necessárias a partir de uma variada fonte de dados e que possam ser utilizadas com alguma segurança (BATEMAN et al., 2000; MARKOWSKI, 2002).

A transferência de funções de benefícios, por sua vez, transfere toda um função de um estudo para outro. Isto permite que os pressupostos do estudo original não se percam, evitando que o novo estudo adote suposições incompatíveis com o original e que tornariam a transferência inconsistente. Além disto a transferência de benefícios permite que as relações entre as características do local e seus benefícios sejam utilizadas na transferência.

Um exemplo da transferência de funções de benefícios é transferência da função de demanda entre estudos de custo de viagem. Ao invés de se utilizar apenas os resultados do estudo original, toda a função de demanda é transferida e os dados obtidos no novo estudo (renda, preços, visitação, entre outros) são aplicados na função, podendo-se assim estimar razoavelmente os benefícios do novo local estudado (BATEMAN et al., 2000; MARKOWSKI, 2002).

- **Vantagens**: Permite que sejam utilizados dados de um variado conjunto de técnicas de valoração dentro de um cronograma e logística restritos.

- **Desvantagens**: O ideal é a existência de um conjunto de estudos que forneçam resultados que possam ser analisados estatisticamente, reduzindo a margem de erro. Diferenças entre os locais estudados, sejam ela socioeconômicas, ambientais, de mercado ou na alteração esperada do beneficio estudado, influenciam e podem impedir o uso deste método.

2.3.12 Emergia

Avançando no estudo da energia em sistemas naturais e artificiais, Howard T. Odum desenvolveu a análise emergética. A emergia refere-se ao total de energia solar utilizada para se fazer algo, seja a produção de matéria orgânica pelos vegetais ou a produção de um computador pela indústria (ODUM, 1994; SAFANOV, 2000)

Sua aplicação ocorre por uma seqüência de etapas específicas. Inicialmente um modelo esquemático deve ser construído representado o sistema que se pretende analisar, apresentando todos os fluxos e componentes que entrarão no estudo. Uma tabela é então construída listando

todos os elementos do modelo junto com os valores dos fluxos. Em seguida estes valores são convertidos em emergia com base em coeficientes[27] pré-estabelecidos e, finalmente, são elaboradas equações para cada fluxo e elemento do sistema, nas quais são calculados os resultados das interações entre os diferentes fluxos e o valor final da emergia em cada componente do sistema (ODUM, 1994; BROWN et al, 2003).

Após a obtenção do valor em emergia, Odum propôs também que ela poderia ser convertida em valores monetários, permitindo desse modo desenvolver uma valoração baseada nos fluxos energéticos dentro e entre os sistemas naturais e econômicos (ODUM, 1994; BROWN et al., 1999; ODUM, 2000)

- **Vantagens:** Permitindo a medição, em uma base comum, de fluxos heterogêneos de energia, matéria e mesmo fluxos monetários dentro de, e entre sistemas econômicos e naturais, ela permite que se desenvolva um estudo objetivo de valoração.

- **Desvantagens:** A elaboração do modelo esquemático implica em uma simplificação dos sistemas estudados, decorrentes da grande quantidade de dados necessários para a definição da emergia em cada fluxo e componente do sistema. Modelos mais complexos também demandam um conjunto maior de índices de conversão e um equacionamento mais complexo, sujeitando a ocorrência de erros acumulativos.

[27] Estes coeficientes representam a transformidade, ou seja, quanta energia solar foi usada para a obtenção de cada componente do modelo.

Capítulo 3
Objeto de Estudo

3.1 O Petróleo

Conforme definido na introdução deste trabalho, parte de seu objetivo é avaliar o comportamento das técnicas de valoração no estudo de derrames marítimos de petróleo em áreas costeiras. Uma vez apresentadas as técnicas disponíveis, convém conhecer o objeto de estudo deste trabalho, o petróleo, sua origem, sua participação nas atividades humanas e, sobretudo, as conseqüências de seu derrame no meio ambiente marinho, o comportamento do óleo derramado e as maneiras existentes para se lidar com este problema.

A origem do petróleo está relacionada à sedimentação de depósitos de restos orgânicos marinhos, entre 10 e 400 milhões de anos atrás, cuja deposição em áreas profundas com baixa oxigenação veio a gerar condições ideais de pressão e temperatura para a sua formação. Sua composição química é bastante complexa, sendo formado por aproximadamente 80% de carbono, 10% de hidrogênio e 10% de enxofre, nitrogênio e oxigênio. Os compostos de maior predominância são os hidrocarbonetos, constituindo 75% ou mais do petróleo e representam o principal contaminante ambiental presente na composição do petróleo (ANDERSON, 1979; REIS, 1996), podendo causar, conforme sua composição e tempo de exposição, alterações na fecundidade, fisiológicas e comportamentais (ODUM, 1986).

O petróleo em suas várias formas é conhecido desde a Antigüidade quando era utilizado na iluminação, calafetação, impermeabilização e até mesmo como produto medicinal. Não obstante tantos usos, sua obtenção dependia essencialmente de afloramentos e acumulações naturais onde podia ser coletado.

Com a revolução industrial ocorreu a inserção do uso em grande escala dos combustíveis fósseis no cotidiano das pessoas. Nos primeiros anos, com o advento da fundição em grande escala e, posteriormente, da máquina a vapor, gerando o aumento da demanda por carvão de tal ordem que o seu suprimento a partir da biomassa (carvão vegetal) não foi suficiente, tornou-se necessária à introdução em larga escala do carvão mineral. Posteriormente, a tecnologia do uso do gás como fonte de iluminação nas cidades e casas veio adicionar outra melhoria na vida das pessoas em função do uso de combustíveis fósseis.

O desenvolvimento tecnológico no século XIX deu início às tentativas de localização e exploração de petróleo através da perfuração de poços, mas foi somente a partir de 1859 que a tecnologia de perfuração de poços foi desenvolvida com sucesso e o petróleo pôde então começar a ser comercialmente explorado surgindo então a indústria do petróleo. Segundo TELLES (1986), no Brasil o primeiro poço petrolífero foi perfurado com sucesso em 1897, com 488 metros de profundidade, de onde foram retirados apenas dois barris de petróleo.

A facilidade de obtenção do petróleo veio incentivar a criação de novos produtos derivados de seu processo de refino, assim como o desenvolvimento da tecnologia que viria a resultar nos motores a explosão que, com a popularização do automóvel, trouxe uma nova revolução não somente nos meios de transporte, mas também na indústria como um todo, acelerando os processos de produção e comercialização dos bens de consumo necessários à população. (NEIVA, 1983, LOVEJOY, 1996).

Atualmente seus derivados estão presentes em todas as atividades exercidas pelo homem. Seu uso na produção de borracha sintética foi fundamental para o desenvolvimento da indústria automobilística, assim como os óleos lubrificantes são de vital importância na sociedade industrial permitindo o funcionamento desde as simples engrenagens de uma bicicleta até as mais modernas máquinas utilizadas na indústria.

A indústria petroquímica fornece importantes derivados sem os quais o estilo de vida conhecido atualmente não seria possível. Os plásticos, por exemplo, estão presentes nas mais variadas formas, usos e lugares na sociedade moderna e as fibras sintéticas revolucionaram as indústrias têxteis mundiais, tornando possível a confecção de tecidos em quantidade suficiente para atender a crescente demanda mundial.

Os combustíveis, provenientes de seu refino, são utilizados no transporte tanto de pessoas quanto o de todos os tipos de produtos gerados pelas atividades humanas. No Brasil, o incentivo ao transporte por vias rodoviárias tornou os combustíveis fósseis importante recurso para nossa economia. Entretanto, embora o petróleo ainda esteja disponível na forma de reservas ainda não exploradas ou conhecidas, este recurso é sabidamente não renovável tendendo a se exaurir completamente no futuro (BROWER, 1992).

Apesar de vir apresentando uma participação reduzida na oferta de energia no Brasil (Figura 4), o petróleo ainda tem uma importante participação na matriz energética nacional, sendo responsável em 2000 por 45% da oferta total de energia.[28] Além disso 82% de todo o petróleo produzido ou importado naquele ano entrou no Brasil por via marítima, sendo que 32% destes 82% foram destinados aos tanques de armazenagem de um único terminal, o Terminal Almirante Barroso (TEBAR), localizado em São Sebastião no litoral norte de São Paulo e o maior terminal receptor de petróleo marítimo no Brasil (vide Tabela 5). Isto significa, que em 2000, entrou pelo terminal 12% da oferta total de energia primária no Brasil.

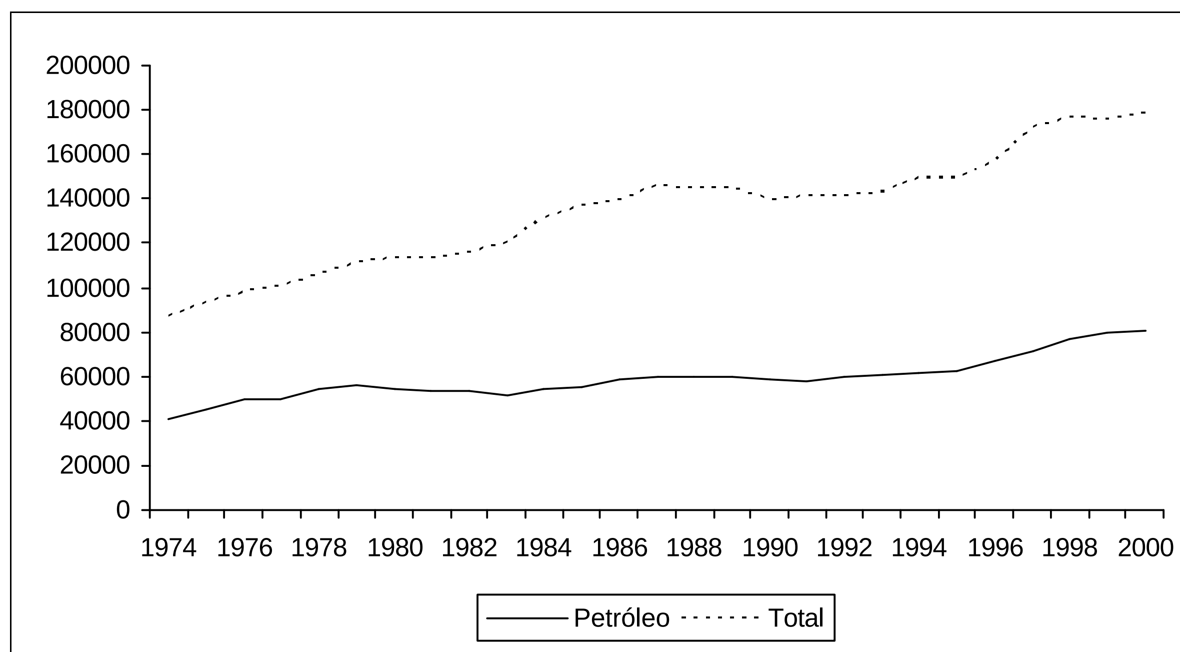


Figura 4: Comparação entre a oferta total de energia e a oferta de petróleo no Brasil

---

[28] Representada por: petróleo, gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico, energia hidráulica, urânio U_3O_8, caldo de cana, lenha, melaço, bagaço de cana e lixívia.

Até o início das pesquisas sobre o meio ambiente e o impacto que este sofre pela sociedade moderna, a poluição e questões ambientais não eram motivos de grande preocupação. Quaisquer efeitos negativos gerados pelos procedimentos de explotação e produção do petróleo e seus derivados somente eram motivo de alguma preocupação se estes efeitos ocasionassem algum tipo de prejuízo no processo produtivo. Atualmente, porém, a crescente preocupação com o meio ambiente e a conscientização de que somente as opções tecnológicas não podem solucionar todos os problemas ambientais, tem criado uma demanda por alterações em todo o processo de produção da indústria do petróleo (HARDIN, 1968; CONSTANTINOU, 1990; WILLIAMS, 1990; SZRAMKA, 1995; FORRAY et al., 1996).

Tabela 5: Relação dos terminais costeiros nacionais, em 2000.

Terminal	Estado	Tanques	Capacidade m^3
Alemoa	São Paulo	30	391.107
Alm. Barroso (TEBAR)	São Paulo	44	2.088.815
Alm. Soares Dutra	Rio Grande do Sul	15	700.750
Alm. Tamandaré	Rio de Janeiro	18	177.326
Cabedelo	Paraíba	2	10.749
Carmópolis	Sergipe	8	166.639
Guamaré	Rio Grande do Norte	10	193.470
Ilha Grande	Rio de Janeiro	21	1.016.270
Ilha Redonda	Rio de Janeiro	7	47.243
Maceió	Alagoas	10	55.000
Madre de Deus	Bahia	47	525.265
Miramar	Pará	6	44.918
Mucuripe (*)	Ceará	-	-
Paranaguá	Paraná	34	188.908
Regência	Espírito Santo	7	42.990
Rio Grande (+)	Rio Grande do Sul	8	34.614
São Francisco do Sul	Santa Catarina	9	470.429
São Luís	Maranhão	9	75.820
Suape	Pernambuco	8	130.704
Vitória	Espírito Santo	20	144.300

(*) terminal sem tancagem própria; (+) terminal lacustre. Fonte: ANP.

Na medida em que a queda na qualidade de vida nas grandes cidades e a destruição de áreas naturais trouxe uma maior percepção das pessoas para a necessidade de preservação do meio ambiente, a indústria petrolífera se viu colocada no centro das atenções devido ao seu efeito nocivo mais conhecido: a liberação de compostos residuais da queima de combustíveis está levando a problemas de aquecimento global e de acidificação das águas das chuvas (BRITO, 1981;SKEA, 1992). Isto está alterando a forma de pensar do setor petrolífero, que procura adotar uma posição ambientalmente menos danosa. Um exemplo é a busca por outros tipos de combustíveis, onde se destaca o gás natural, menos poluente que a gasolina ou o diesel atualmente em uso, e novas tecnologias para uma queima mais completa destes combustíveis, visando reduzir os efeitos da poluição atmosférica (OTTINGER, 1992).

Além disto, a poluição causada pelo acúmulo de detritos não biodegradáveis derivados do petróleo, causa, além dos danos ao meio ambiente, grandes danos à saúde das pessoas que convivem nas grandes cidades ou próximas às indústrias que produzem estes produtos (HADAD & DONES, 1991), problema que também é motivo de grande preocupação, e alternativas têm sido constantemente procuradas.

Não obstante sejam problemas que apresentem efeitos globais e por isso mesmo foco das maiores atenções, a presença do setor petrolífero é tão abrangente que afeta também pequenas comunidades isoladamente. Um exemplo, objeto de estudo deste trabalho, são os derrames de petróleo em regiões costeiras. Este tipo de acidente causa variados danos ao meio ambiente e também prejudicam as pessoas que dependem de alguma forma do meio ambiente para o desenvolvimento de suas atividades econômicas.

Os danos causados pela liberação acidental ou intencional durante os processos de prospecção, produção e transporte do petróleo e derivados, particularmente os que envolvem as plataformas continentais, navios petroleiros e terminais costeiros de armazenagem, vêm causando impacto ambiental, mas que não tem merecido grande atenção por serem, à primeira vista, de amplitude apenas local.

3.2 O Petróleo e o Ambiente Marinho

Embora durante os procedimentos de exploração do petróleo os riscos de danos ambientais não sejam tão significativos, após a descoberta e o início de sua explotação os riscos de impactos ambientais crescem consideravelmente na proporção em que aumentam as atividades de transporte e armazenamento do petróleo obtido (MARTINS, 1997). Destas, são as operações de transporte que envolvem os maiores riscos de ocorrência de derrames no mar.

Quando em áreas oceânicas abertas, os danos causados por derramamento de petróleo não são de intensidade comparável à ocorrência de um derrame em áreas costeiras. Isto se deve à baixa produtividade das regiões oceânicas e a alta circulação da água nestes locais, dispersando o petróleo rapidamente, embora em alguns casos as correntes marinhas possam contribuir para que a mancha de óleo derramado atinja regiões costeiras (KROHN et al., 1993; SEITINGES et al., 1994).

Em áreas costeiras, por outro lado, derrames de petróleo são potencialmente mais danosos ao ambiente. A alta produtividade encontrada nestas regiões, a topografia costeira favorecendo o acúmulo do petróleo em áreas de menor circulação, e a sensibilidade dos ambientes atingidos, torna o impacto causado muito mais prejudicial que se ocorrido em áreas oceânicas. (POLETTE, 1993; TURNER et al., 1996; MARTINS, 1997; TURNER et al., 1999). Nesta situação, os danos causados pelos derrames serão tão grandes quanto maior for o tempo de resposta das equipes de controle, sendo que o acesso aos equipamentos adequados por equipes preparadas é a maneira mais eficiente de se evitar a ocorrência de graves impactos ao ambiente costeiro (WORLD BANK, 1991). Desse modo, a existência de um plano de contingência é fundamental para a prevenção e minimização dos danos causados por acidentes, devendo abranger desde o armazenamento e disponibilização de equipamentos, até o treinamento de pessoal e simulação de diversos cenários (GOTTINGER, 1998).

A importância do tempo de resposta é evidente quando se observa o conjunto de determinados eventos que interferem no tipo de impacto gerado no ambiente, assim como sua extensão e duração. Estes eventos estão detalhados a seguir, estando apresentados na Figura 5, junto com o período em que ocorrem e seu tempo de atuação sobre o derrame. Conforme pode

ser observado, eles ocorrem em diferentes períodos de tempo, com diferentes durações, e se interferem mutuamente, dificultando a previsão de sua ação.

O espalhamento ocorre em função da gravidade, inércia, fricção, viscosidade do óleo e tensão superficial da mancha e da água, sendo o movimento que ocorre do óleo sobre a superfície, mas independe de efeitos do vento e das correntes. Já a advecção, por outro lado, é o movimento do óleo sobre a água causado pelo efeito dos ventos e das correntes marinhas. Juntamente com o espalhamento, este processo aumenta potencialmente o impacto causado na medida que permite o deslocamento do óleo até regiões fora da área original de seu derramamento. Enquanto não houver obstrução ao espalhamento e a advecção, a mancha tenderá a se distribuir até atingir uma espessura média de 0,1 mm, independente do tipo de óleo, aumentando sua área de exposição ao ar, sol e água. A presença de barreiras, como bóias de contenção, irá gerar o acúmulo do óleo tornando a mancha mais espessa nesse ponto.

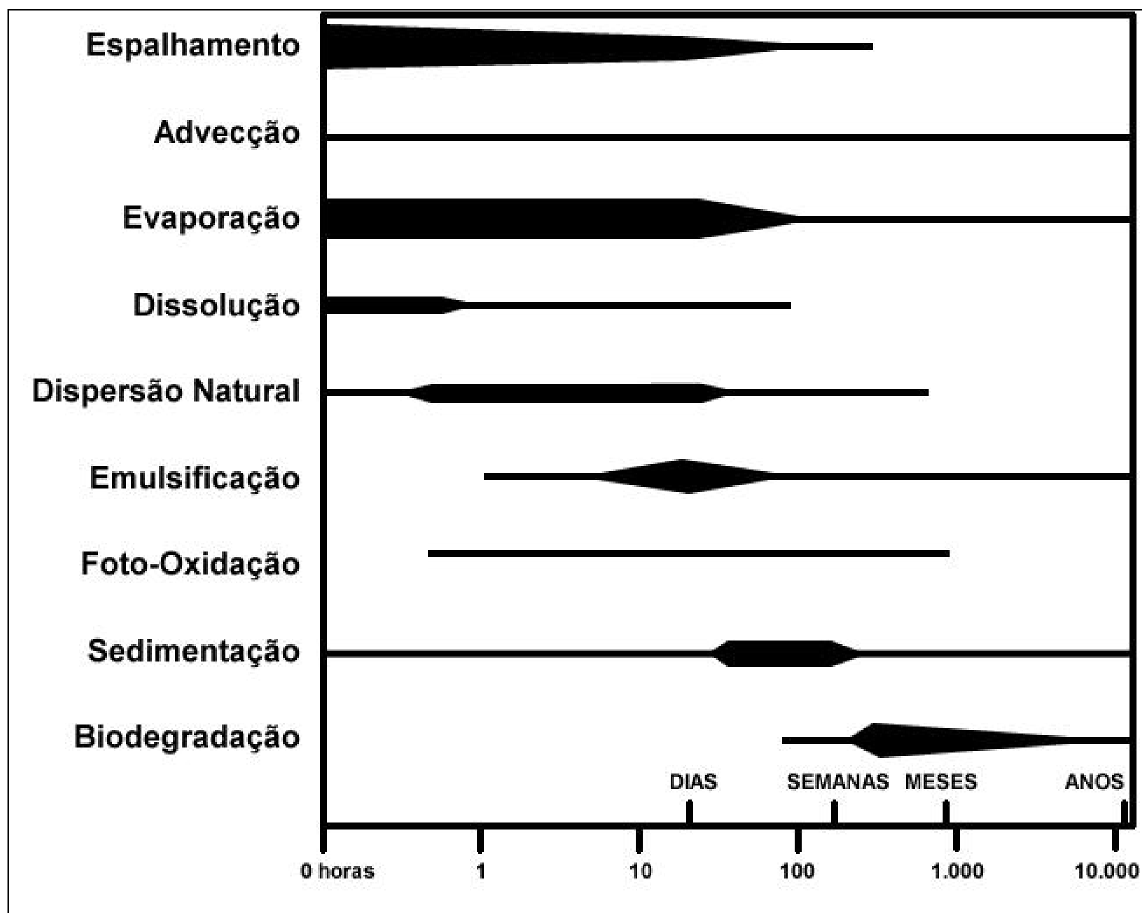


Figura 5: Processos naturais atuantes em um derrame de petróleo no mar (modificado de API 1999a)

A evaporação é responsável pela perda de compostos leves, de baixo ponto de ebulição, do óleo para a atmosfera, e dura aproximadamente duas semanas, tendo início logo após o derrame. Durante as primeiras 48 horas após o derrame a evaporação é o principal meio natural pelo qual o óleo é removido, podendo reduzir o volume em até 40% em derrames de óleo bruto e 75% a 100% de compostos refinados mais leves, como a gasolina, sendo que praticamente todos os compostos com um ponto de ebulição abaixo da 270°C evaporam nas primeiras 72 horas. A composição química do óleo também é afetada. Os compostos com até oito carbonos são evaporados mais rapidamente e nas primeiras horas do derrame. Entretanto, os compostos de 10 a 12 carbonos, de grande toxicidade, demoram mais tempo para se perderem, tendo um maior potencial para causar danos (API, 1999a).

A dissolução é o processo responsável pela transferência de compostos do óleo para a água, sendo um dos menos importantes durante a degradação do óleo ocorrendo nas primeiras 24 horas após o derrame. Somente de 2% a 5% do óleo é perdido por dissolução, atuando sobre os mesmos compostos leves, principalmente os aromáticos, que a evaporação, embora esta ultima atue até 1.000 vezes mais rapidamente. Considerando que compostos mais leves são altamente tóxicos, por menor que seja a dissolução, sua disponibilidade elementos para a vida marinha pode causar danos, embora tais elementos fiquem confinados na coluna de água próximos à mancha e tenham curto tempo de vida devido à evaporação.

A dispersão natural ocorre quando o óleo se mistura na água pela ação física das ondas formando pequenas gotas na forma de suspensão. Esta suspensão pode se manter dispersa na coluna de água, se as gotas tiverem até 0,1 mm de diâmetro, ou formar gotas maiores que flutuam na superfície. Apesar de não alterar a composição química do óleo, este processo é o mais importante, após a evaporação, na redução da mancha formada pelo derrame, podendo atingir valores de 10% a 60% de diminuição do volume derramado nos primeiros três dias, dependendo do estado do mar.

Na emulsificação a água do mar se mistura ao óleo formando um composto que geralmente contém de 30% a 80% de água, sendo conhecido como “mousse” devido à sua aparência e consistência. Este composto possui características que dificultam a ação de outros processos naturais de degradação; aumento do volume em até três vezes em relação ao óleo sozinho, maior densidade e espessura, maior dificuldade de separação do óleo da água e de limpeza e disposição.

A emulsificação se inicia no primeiro dia do derrame continuando pelo primeiro ano após o derrame, se o óleo permanecer no ambiente, sendo que o maior volume ocorre na primeira semana. Após a perda dos compostos voláteis mais leves, podem formar aglomerados de piche compostos por uma “casca” rígida e um núcleo líquido de grande viscosidade.

A foto-oxidação ocorre sob ação da radiação próxima do ultravioleta e ultravioleta em compostos fisicamente separados do óleo, que estejam na superfície da mancha. Os compostos formados são dissipados na atmosfera ou na água, sendo muitos destes altamente solúveis em água, embora compostos mais pesados e não solúveis também estejam formados. Apesar de sua curta meia vida, alguns poucos dias no máximo, estes compostos mais solúveis são geralmente mais tóxicos que os elementos originais, causando, portanto, mais danos ao ambiente. A eficiência deste processo é discutida, sendo maior em função da intensidade de insolação, mas sugere-se que seja responsável por apenas 0,1% da perda diária de óleo, embora possa atuar sobre o óleo enquanto houver compostos passíveis de serem foto-oxidados.

A sedimentação do óleo pode ocorrer de várias maneiras distintas, sendo considerada como a incorporação do óleo pelo sedimento ocorrendo principalmente com componentes mais pesados que aderem a partículas de detrito. O óleo pode ser ingerido por organismos e ser expelido incorporado às fezes, pode atingir a praia incorporando-se aos sedimentos sendo posteriormente levado para regiões sub-tidais, ou pode afundar, no caso de óleos pesados ou degradados, especialmente em locais onde a densidade da água é reduzida, por um aporte de água doce, por exemplo. Em praias rasas, com forte agitação do mar suspendendo os sedimentos, este processo assume grande importância, considerando-se que 1 kg de argila pode adsorver até 300 mg de petróleo. Ao atingir a costa, o óleo pode aderir aos costões rochosos, encobrindo as formas de vida, compostas principalmente por organismos que filtram seu alimento, vindo a causar grande mortalidade dos mesmos. Se o óleo atinge uma praia arenosa, o óleo tende a se infiltrar pelo sedimento, sendo muitas vezes necessária à remoção da camada superficial de areia para se chegar à camada de óleo, tornando a remoção do óleo mais difícil, fazendo com que ele permaneça no local por um período mais longo que o desejado. Embora esse óleo que venha a permanecer enterrado se mantenha isolado do meio ambiente, ele continua a causar danos por vários anos aos organismos cujos hábitos os levam a se enterrarem na areia. (TEAL et al., 1992)

A biodegradação consiste na remoção do óleo pela degradação realizada por fungos e bactérias, tendo as bactérias uma maior importância no processo, que digerem hidrocarbonetos liberando água e CO_2, ocorrendo em toda a coluna de água onde, e enquanto, o carbono proveniente do óleo estiver disponível. Também podem ser utilizados junto com materiais absorventes, aumentando a interação dos organismos com o óleo e estimulando o processo de degradação do óleo. (CHATRE et al., 1996; SETTI et al., 1999; ROWLAND et al., 2000). Apesar de lento, 10 mg/m^3/dia a 50 mg/m^3/dia, é um processo significante removendo efetivamente o óleo da água, convertendo-o em compostos inócuos. Entretanto é mais eficiente em óleos leves e médios, dificilmente agindo sobre óleos pesados devido a sua complexidade estrutural. Isto gera um pico de atividade microbiana no primeiro mês após o derrame, decaindo conforme os compostos mais pesados passam a constituir o óleo.

3.2.1 Remoção e dispersão artificial do óleo no mar

Conforme apresentado, o óleo tende naturalmente a ser incorporado ao meio ambiente vindo a eventualmente tornar-se inerte. Entretanto, esse processo natural é demorado, propiciando a ocorrência de efeitos danosos ao meio ambiente, efeitos que podem também se refletir economicamente nas atividades humanas. Na tentativa de reduzir os danos causados, diversos equipamentos foram desenvolvidos, permitindo que os derrames possam ser contidos em uma área restrita e/ou removidos mais rapidamente do meio ambiente.

Para a contenção de derrames são utilizadas as barreiras de contenção / absorventes, as quais servem para a contenção e concentração do óleo em uma área limitada para que possa ser removido mais efetivamente. Elas são constituídas de um corpo flutuante plástico que também pode ser absorvente, sob o qual existe uma franja geralmente composta do mesmo material. Sob esta franja há um lastro e um corpo de tensão para manter a franja em posição vertical, impedindo que o óleo possa passar por sob o conjunto. Cada conjunto pode ser conectado a outro, formando um “cordão” do comprimento que for necessário. Estes “cordões” são arrastados por rebocadores, cercando e concentrando a mancha em um ponto do conjunto onde um rebocador retira o óleo (Figura 6). A eficiência em seu uso depende fundamentalmente da velocidade com que as barreiras são arrastadas pelos rebocadores. Atualmente a máxima velocidade utilizada sem perda de eficiência se limita a 1,5 nós. Caso ocorram falhas nesta operação, a remoção do óleo de praias e costões, além de trabalhosa e demorada, irá causar grande dano à vida marinha local.

A remoção do óleo por outro lado, é feita com o uso de skimmers utilizados para remover mecanicamente o óleo da água, preferencialmente que esteja contido por barreiras, para que este possa ser separado e recuperado. O jateamento, por sua, vez permite a remoção do óleo de costões rochosos utilizando-se de potentes jatos de água, quente ou fria, a qual pode ainda conter elementos detergentes dissolvendo o óleo na coluna de água, tornando-o disponível para os outros processos naturais de degradação.

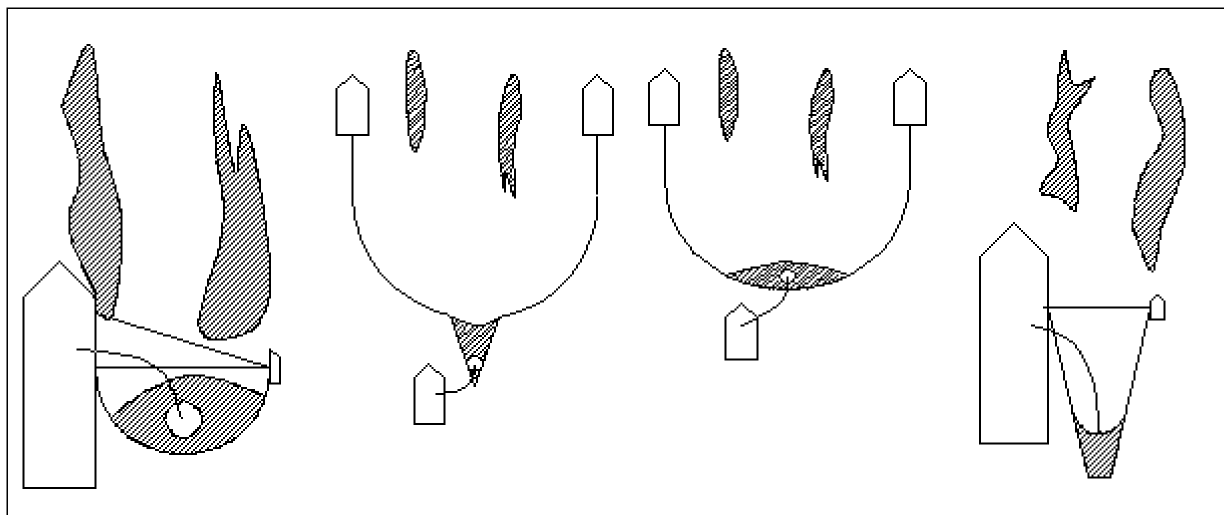


Figura 6: Diferentes formas de recolher o óleo derramado com barreiras de contenção (API, 1999a).

Materiais absorventes de diversos compostos também foram desenvolvidos para serem utilizados na remoção do óleo, tanto no mar como em praias e outras áreas de sedimentos moles. Estes elementos são lançados no óleo, absorvendo-o e evitando sua penetração no sedimento e dispersão na água. Após a remoção desse material da água, o óleo pode ser extraído e recuperado.

Os dispersantes são compostos químicos sulfactantes, solventes e estabilizantes, que agem na superfície do óleo reduzindo a tensão superficial da água e a viscosidade do óleo, permitindo sua dispersão na coluna de água. Sua maior eficiência ocorre quando aplicados logo após o derrame, quando o processo natural de degradação do óleo ainda está em seu estágio inicial. A ação dos dispersantes em relação aos processos naturais está listada abaixo (Tabela 6.). Embora permitam que o óleo seja disperso na coluna d'água, os dispersantes não removem o óleo, mas fazem com que ele assuma a forma de micro gotículas virtualmente invisíveis, mas ainda sim disponível para interagir com os organismos que habitam na região atingida.

Tabela 6: Efeito da aplicação de dispersantes químicos sobre os processos naturais de degradação do óleo.

Processo de Degradação	Efeito
Espalhamento e advecção	Otimizado com a redução da viscosidade do óleo
Evaporação	Controverso. Estudos indicam um aumento à evaporação enquanto outros não relatam diferença significativa
Dispersão	A dispersão natural é facilitada pela redução da tensão superficial da água e, portanto a necessidade de menor turbulência na água.
Dissolução	O aumento da superfície de contato do óleo deverá aumentar a dissolução.
Emulsificação	Tende a diminuir e se desestabilizar.
Foto-oxidação	A dispersão do óleo reduz a superfície disponível para a foto-oxidação.
Sedimentação	Reduz a possibilidade de sedimentação.
Biodegradação	Aumenta a possibilidade de biodegradação pelo aumento da disponibilidade para os microorganismos.

Modificado de API, 1999b.

3.2.2 Efeitos do Petróleo na Vida Marinha

Infelizmente, mesmo com o desenvolvimento de tecnologias para conter e remover rapidamente o óleo derramado, esse tipo de acidente em regiões costeiras ainda causam impactos no meio ambiente e em sua fauna. Embora muitos estudos sejam desenvolvidos sobre efeitos do óleo sobre a vida marinha, é difícil determinar efetivamente os efeitos biológicos de um derrame de petróleo, especialmente em longo prazo, devido a dois fatores principais: A falta de um monitoramento da região atingida antes do impacto, para que se possa comparar a situação ambiental do local antes e depois do derrame e vários dos estudos são feitos em situações de laboratório, sob condições que não refletem os efeitos reais no meio ambiente. (WIENS, 1995). Assim, as conseqüências ambientais desse tipo de acidente ao longo prazo são pouco conhecidos. Apesar disto, os estudos existentes permitem que se tenha conhecimento das conseqüências de um derrame sobre alguns grupos de indivíduos.

Embora o plâncton esteja sujeito a sofrer impactos diretos pela contaminação por óleo, grandes alterações em populações planctônicas não parecem ocorrer em áreas abertas, onde sua recuperação pode ocorrer rapidamente. Entretanto, em locais fechados, como baias e estuários, os danos podem ser significativos, e sua recuperação muito mais demorada (HYLAND, 1976). Por

outro lado, as comunidades bentônicas, que vivem em contato com sedimento e rochas oceânicas, são as mais afetadas pelos derrames justamente por serem constituídas em grande parte por organismos que possuem poucas, ou nenhuma, capacidades de deslocamento (HYLAND, 1976). A região intertidal[29] é a mais afetada pelo derrame sendo ali aonde óleo irá atingir com mais intensidade a comunidade bentônica. Nestas áreas, duas comunidades são identificadas, e afetadas de modo distinto. As comunidades dos costões rochosos, são menos móveis, tendem a serem menos afetadas já que o óleo é mais rapidamente removido dali pela ação das ondas. Estas populações também possuem uma maior capacidade de repor o estoque perdido, além de adaptações que lhes permitem aumentar sua resistência ao impacto inicial. Por outro lado, as comunidades que habitam a região sedimentar sofrem mais seriamente os efeitos da contaminação pela permanência mais prolongada do óleo em sedimentos não consolidados. Esta característica dos sedimentos em acumular o óleo pode causar impactos localizados muitos anos após o acidente (TEAL, 1992; AL-MUZAINI, et al., 1996).

Os danos causados aos peixes tendem a ser mais perceptíveis nos casos em que os derrames ocorrem em locais mais fechados, não permitindo a fuga das populações para águas mais limpas. A presença de óleo no sedimento oceânico causa mais danos aos peixes que vivem e se alimentem junto ao fundo e acidentes ocorridos em regiões de berçários, como mangues, são potencialmente danosos afetando diretamente os estágios larvais de diferentes espécies, as quais não estão aptas a resistirem à contaminação (LYONS et al, 1997).

Por outro lado, as aves marinhas são particularmente afetadas pelo óleo ao terem suas penas recobertas, podendo ocorrer grande mortalidade nestas populações. A mortalidade é causada por diferentes fatores, sendo eles: alteração da estrutura das penas eliminando a flutuabilidade da ave e também sua isolação térmica; ingestão de óleo e morte por inanição devido ao grande aumento metabólico para compensar a perda de isolação térmica e pela redução na alimentação (DIETER, 1976).

Os danos sofridos por mamíferos marinhos, por sua vez, incluem a perda de isolação térmica, ingestão de óleo e irritação de membranas expostas e dos olhos (GERACI, 1976), alguns

---

[29] Região localizada entre os limites máximo e mínimo da amplitude de maré.

dos quais podem ocasionar a morte dos indivíduos afetados. Deve-se considerar que, apesar dos danos sofridos por alguns indivíduos, estes animais tendem a fugir para regiões não contaminadas reduzindo assim danos mais sérios às populações como um todo.

3.3 O Local de Estudo

A região de São Sebastião, localizada no litoral norte do estado de São Paulo, engloba o município de São Sebastião e o município de Ilhabela localizado na Ilha de São Sebastião (Figura 7A). Esta região possui grande potencial turístico pela beleza das praias da Ilha de São Sebastião, também conhecida como Ilhabela e pelos vários naufrágios ocorridos ao redor da Ilha, fonte de atração para praticantes de mergulho. Além disto nela localiza-se o maior terminal marítimo do Brasil para recebimento de petróleo o qual apresenta-se como um grande risco de poluição por petróleo para a região (Figura 7B) (CARMONA et al., 2003).

3.3.1 São Sebastião

São Sebastião foi colonizado entre 1569 e 1609, sendo que em 16 de março 1636 foi elevado à categoria de vila, sendo a data de seu aniversário. Com autonomia política administrativa a região foi convertida em um centro econômico na produção de café e açúcar, situação que durou até o século XVIII. Até o final do século XIX a região permaneceu economicamente estagnada, seja pelo difícil acesso e escoamento da produção, ou pela concorrência com o porto de Santos. Somente a partir da segunda metade do século XX o município viria a apresentar um crescimento econômico com a chegada do terminal marítimo da Petrobrás e a melhoria das condições de acesso rodoviário à região, com sua ligação ao Vale do Paraíba (CETESB, 1996).

O município possui ainda várias construções históricas de diversas épocas, trilhas e trinta e três praias distribuídas em 100 km de litoral, o que lhe dá sua característica turística. Geograficamente se encontra delimitado a leste pelo mar e a oeste pelas montanhas, a quais atingem altitudes médias de 600 m. São Sebastião se desenvolveu no sentido norte-sul, sendo que a rodovia Rio-Santos (SP-055) divide a cidade ao meio no sentido norte-sul. Atualmente conta com aproximadamente 57.000 habitantes, estimando-se que este número quadruplique durante a alta temporada de verão (PMSS, 2003)

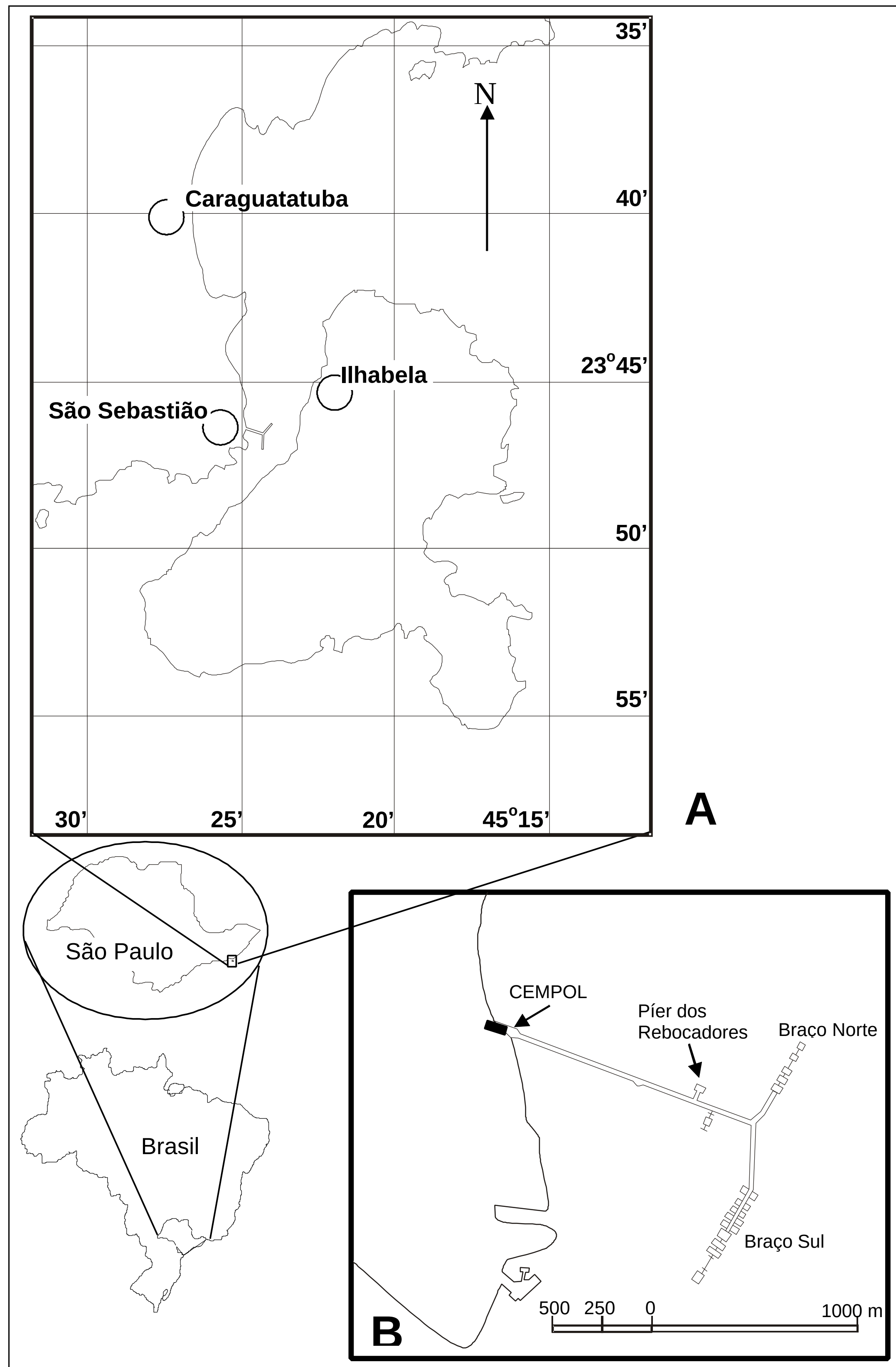


Figura 7: Região de Estudo. (A) O Canal de São Sebastião. (B) Detalhe do píer do TEBAR.

3.3.2 Ilhabela

A Ilha de São Sebastião (também conhecida por Ilhabela) foi descoberta em 1502 por Américo Vespúcio e inicialmente colonizada e fortificada com o propósito de proteger a região contra a presença de piratas, sendo fundada a vila onde hoje se localiza o centro turístico do município de Ilhabela. Durante os séculos XVII e XVIII, a agricultura canavieira da região foi desenvolvida atingindo grande importância, decaindo posteriormente no séc. XIX devido ao aporte da agricultura cafeeira. No século XX, as plantações de cana foram novamente desenvolvidas para a produção de aguardente. Foi somente após 1958, com a instalação da ligação por balsa com o continente e o advento da energia elétrica que o potencial turístico da Ilha começou a ser desenvolvido, sendo hoje a principal atividade econômica do município auxiliada pela presença de aproximadamente 40 praias e mata atlântica nativa cobrindo 85% de sua área, a qual é protegida na forma de parque estadual.

Ao contrário de São Sebastião, o município de Ilhabela localiza-se quase inteiramente voltado para o canal, possui um forte comércio voltado para o turismo e maior dependência econômica do mesmo, estando suas praias de mais fácil acesso sujeitas aos eventuais derramamentos de óleo no canal. Aliado a isto seu único acesso é realizado via balsa. Esta restrição possibilita a obtenção de dados mais precisos sobre o número de turistas presentes no local durante os derrames. Deste modo, optou-se por concentrar o desenvolvimento deste trabalho em Ilhabela.

3.3.3 O Canal de São Sebastião

O canal de São Sebastião localiza-se entre as latitudes 45°19’ e 45°30', possuindo 25 km de extensão. Sua largura varia nas entradas de 6 km na boca sul a 7 km na boca norte, e 2 km em sua região central. Seus limites no continente são a Ponta do Paúba ao sul e a Ponta do Massaquaçu ao norte e, na Ilha de São Sebastião, são a Ponta do Frade e a Ponta do Pacuíba ao sul e ao norte, respectivamente.

A sua profundidade varia entre 25 m ao sul a 20 m ao norte, estando seu ponto mais profundo (40m) localizado em sua região central, e mais próximo da Ilha de São Sebastião. As correntes no canal variam de 0,5 m/s a 1 m/s, podendo chegar a 2 m/s em função do regime de

ventos, sendo que o fluxo de correntes no canal ocorre no sentido sudoeste-nordeste, alterando de direção em função de alterações na superfície do mar. A maré varia de 0,2m (baixa mar) a 1,5m (preamar) tendo amplitude média de 1,2m e nível médio de 0,66m, sendo influenciada por fenômenos atmosféricos, especialmente a entrada de frentes frias.

Os ventos são afunilados pelas escarpas próximas ao canal (em torno de 600m de altura), tendo em geral a direção norte-nordeste ou sul-sudeste, sendo estes os de maior intensidade, e sua maior velocidade registrada de 19,4m/s. Foi constatado que ventos de mais de 3,6 m/s influenciam o deslocamento do óleo, sendo concordantes com o mesmo e com as correntes marítimas internas ao canal (CETESB 1996).

Próximo à boca sul e à boca norte do canal se localizam as áreas de espera aonde os petroleiros aguardam o momento de atracar no terminal. Estudos desenvolvidos no local indicaram a presença de uma mancha de óleo estabilizada no fundo do canal, próximo à boca sul (23°15’ S, 45°27’W) e junto à costa de Ilhabela. (MEDEIROS, 2000). Embora não existam indicativos de sua origem, a possibilidade de se tratar de óleo oriundo da lavagem clandestina de tanques não pode ser descartada, especialmente por se localizar próximo da área de espera dos petroleiros nesta região do canal.

3.3.4 O Terminal Marítimo

O Duto e Terminais do Centro Sul (DTCS), também conhecido por Terminal Marítimo Almirante Barroso (TEBAR), localiza-se no município de São Sebastião, sendo responsável pelo trânsito de aproximadamente 400 petroleiros/ano pelo canal. A atividade principal do terminal é receber, armazenar e transferir petróleo bruto para o processamento nas refinarias paulistas Replan (Paulínia), RPBC (Presidente Bernardes), Recap (Capuava) e Revap (Henrique Lage), além de derivados como álcool para abastecimento do mercado nacional e exportação.

O TEBAR ocupa aproximadamente 1.800.000 m², dividido em áreas para plataformas de atracação, rede de oleodutos com estações intermediárias de bombeamento e área de armazenamento com capacidade para 10,7 milhões de barris de petróleo e 2,4 milhões de barris de derivados. O cais de atracação permite a operação simultânea de quatro navios, com capacidades variando de 65.000 a 300.000 toneladas de porte bruto (peso do navio mais carga),

possuindo um ponto de atracação para navios de até 300.000 toneladas e três pontos para navios de até 150.000 toneladas. A ponte de acesso, com 1.200 metros de comprimento e 10 de largura (Figura 1B) interliga as plataformas ao parque de armazenamento, o qual possui 44 tanques. Estas características fazem hoje do TEBAR o maior terminal costeiro de recebimento de óleo, apresentando também a maior capacidade de armazenamento.

A estrutura do terminal para o combate a derrames é composta pelo Centro de Treinamento e Combate à Poluição Marinha (CEMPOL), localizado no início da ponte de acesso ao cais, próximo à praia. No CEMPOL é armazenada parte do material utilizado no combate e limpeza, quando da ocorrência de um derrame. O acesso a esses equipamentos é feito por um único portão, localizado não muito próximo do local de armazenagem, que dá acesso à praia, por onde ele pode ser carregado nas embarcações em um processo que poderia ser otimizado e acelerado com a abertura de outros acessos a praia e em locais mais próximos aos armazéns. Segundo informações obtidas junto ao terminal, tais modificações fazem parte de um projeto de melhoria do mesmo.

Além do CEMPOL, existem ainda as embarcações utilizadas no combate a derrames, constituídas por: uma balsa tanque com skimmer, 11.670m de barreiras e tanque de armazenamento com 1000m^3 de capacidade; uma balsa tanque com 3.180m de barreiras e tanque de armazenamento para 1000m^3 de óleo; três barcos com skimmers e capacidade para até 15m^3 de armazenamento de óleo em cada um e dois barcos para reboque de barreiras com 14.710m de barreiras e 607,5m de barreiras para rio, skimmers, bombas de transferência e equipamentos diversos.

3.4 Histórico dos Derrames Ocorridos no Canal de São Sebastião

O TEBAR apresenta, desde sua inauguração em 1974, um histórico de derrames que ocorrem até os dias atuais. O conhecimento do histórico é fundamental para que se possa diagnosticar o problema estudado, diagnóstico necessário para a definição da melhor abordagem de valoração que pode ser adotada.

3.4.1 Número e Volumes dos Derrames

A quantidade de derrames ocorridos por ano e o volume derramado, assim como o volume de óleo recolhido e de resíduos gerados durante o período de 1974 a 2000, estão

relacionados na Tabela 7. Ocorreram no período 236 derrames no Terminal Almirante Barroso. Do total, para 133 acidentes foi determinado o volume derramado, o qual atinge um total de 25.127 m^3. Deste volume apenas 1.642 m^3 foram recuperados. Dos 23.484 m^3 restantes, uma parte ficou no ambiente se dispersando posteriormente e outra fração menor foi recolhida junto com os 6.211 m^3 de resíduos gerados, constituídos basicamente por areia, cascalho, vegetação, materiais utilizados para a absorção do óleo durante a operação de limpeza, entulho e óleo empelotado.

Do total de derrames, em 87 acidentes não se sabe o volume nem as regiões atingidas; em 69 não se têm informações sobre as regiões atingidas; em 32 são conhecidos os volumes derramados, mas não atingiram praias; apenas 30 permitem que se saiba os volumes e número de praias atingidas; 9 atingiram as praias, mas não se sabe seu volume e 9 não atingiram praias e também não se sabe seu volume.

Tabela 7: Relação do número dos derrames ocorridos entre 1974 e 2000 no TEBAR e volumes de óleo perdido e recuperado e de resíduos gerados. ((0)-nenhuma ocorrência registrada na categoria, (-)- valor desconhecido).

	Derrames		Óleo (m^3)				
Ano	Totais por ano	Volume Desconhecido	Derramado	Recuperado	Perdido	Resíduos removidos (m^3)	Praias Atingidas
1974	1	0	6.000	0	6.000	0	14
1977	4	4	-	-	-	-	-
1978	1	0	5.232	0	5.232	0	12
1980	1	1	-	0	0	0	3
1981	7	5	80	0	80	612	14
1982	9	7	9	0	9	0	7
1983	11	2	385	0	385	0	4
1984	12	5	4	0	4	0	4
1985	7	4	2.630	0	2.630	1.376	44
1986	9	0	291	217	74	376	12
1987	17	4	198	85	112	0	1
1988	10	4	1.026	365	661	560	10
1989	17	11	596	320	276	500	11
1990	15	7	392	50	342	16	19
1991	23	13	2.220	238	1.982	1.532	27
1992	21	10	14	1	13	0	3
1993	19	4	15	7	8	5	4
1994	25	12	5.902	359	5.542	884	37
1995	5	2	-	-	-	-	-
1996	3	2	-	-	-	-	-
1997	7	0	3	0	3	0	0
1998	8	5	44	0	44	0	0
1999	1	1	-	-	-	-	-
2000	3	2	86	0	86	350	20
Totais	236	105	25.127	1.642	23.484	6.211	

Fonte: CETESB

Na Tabela 8 estão relacionados os volumes de óleo derramado, óleo recolhido, areia recolhida e número de praias atingidas por derrames individuais. Apesar de um número maior de acidentes ter ocorrido, somente para estes foi possível obter uma relação de todas as informações. A Tabela 8 mostra que não há uma relação direta entre o volume de óleo derramado e o número de praias atingidas. Enquanto dois derrames de $60m^3$ atingiram 14 (01/03/1981) e 4 praias (13/08/1991), outros derrames maiores atingiram um número menor, como os de 24/06/1986, 02/05/1988 e 17/08/1989, com $220m^3$ (6 praias atingidas), $1.000m^3$ (9 praias atingidas) e $350m^3$ (8 praias atingidas), respectivamente.

Tabela 8: Relação dos derrames, resíduos gerados e praias atingidas.

Data	Volume Vazado (m^3)	Óleo Recolhido (m^3)	Areia Removida (m^3)	Praias Atingidas
01/03/1981	60	0	612	14
24/04/1986	220	180	360	6
02/05/1988	1000	360	560	9
17/08/1989	350	150	500	8
11/05/1990	5	4	16	2
24/01/1991	70	45	20	2
26/05/1991	280	135	1340	21
13/08/1991	60	40	172	4
30/05/1993	5	0.8	5	2
15/05/1994	2700	358	884	35

Fonte: CETESB, 1996.

Nota-se que, exceto nos derrames de 02/05/88, 24/01/91 e 15/05/94, o volume de areia removida foi proporcionalmente menor que o volume de óleo derramado.

Os dados indicam que não é possível relacionar os volumes de óleo derramado e o volume de areia removida do ambiente em função da grande discrepância existente entre os valores. Pode-se estimar que haja uma relação entre o volume de areia removida e o número de praias atingidas, mas observando-se os dados referentes aos derrames de 26/05/1991, sugere-se que esta relação não deva ser tomada com uma regra geral. Condições ambientais e demora em evitar o espalhamento da mancha são fatores que certamente influenciam nas diferenças observadas nos dados.

3.4.2 Histórico das Multas Aplicadas

Os dados relativos às multas aplicadas à Petrobrás pela CETESB até o momento mostram que durante o período de 1978 a 2000 foram aplicadas 156 multas devido a vários tipos de acidentes envolvendo dutos, navios, terminais e refinarias no estado. Destes acidentes, a maioria (72%) ocorreu na região do litoral norte do estado de São Paulo. O período de 1995 a 2000 corresponde a um total de 108 multas, acumulando um valor de R$ 14.246.655,00. Destas, apenas 17 foram pagas, sendo recolhidos aos cofres públicos R$ 709.102,00.

A Petrobrás tem postergado o pagamento da multas, conforme pode ser verificado no histórico de multas aplicadas. As principais alegações utilizadas para o recurso ao pagamento das multas são: a alegação dos acidentes ocorrerem no mar os colocaria fora da jurisdição da CETESB; quando os acidentes ocorrem com os navios fretados, a questão passa a ser também referente à atribuição de responsabilidades pelo acidente, alegando-se que o navio e sua tripulação são os responsáveis pelo acidente e não a Petrobrás; No caso de acidentes durante a atracação, a questão das responsabilidades se volta para os práticos, que comandam o navio durante esta operação.

3.4.3 Perda de Óleo

Com relação ao óleo derramado e não recuperado, a partir dos volumes mostrados na Tabela 7 pode-se estimar o prejuízo com o óleo perdido em aproximadamente R$ 7.739.173,00, assumindo-se o preço do barril em US$ 30,00. Isto permite determinar que somente em multas devidas e em óleo perdido os derrames ocorridos até o momento custaram R$ 21.985.828,00 à Petrobrás.

3.4.4 Regiões Atingidas

As regiões atingidas pelos derrames e as freqüências com que foram impactadas estão representadas na Tabela 9. Os derrames atingiram as praias de São Sebastião 156 vezes, Ilhabela 121 vezes, Caraguatatuba 12 vezes, Ubatuba 34 vezes, sendo que a praia de Barequeçaba, localizada em São Sebastião, foi a mais atingida (19 vezes no total). No Estado do Rio do Janeiro 5 praias também chegaram a ser atingidas.

Tabela 9: Relação das regiões atingidas e freqüência com que foram atingidas.

Região	Número de praias atingidas	Freqüência
São Sebastião	25	156
Ilhabela	37	121
Caraguatatuba	8	12
Ubatuba	17	34
Estado do Rio de Janeiro	5	5

Fonte: CETESB.

As áreas mais atingidas foram a região sul, no continente, e a região norte na Ilhabela. As praias de Guaecá e Barequeçaba, em São Sebastião, constituem o limite norte da área ocupada tradicionalmente por turistas, enquanto a área mais atingida de Ilhabela localiza-se ao norte e próximo ao centro turístico do município. Na Figura 8 estão representadas as praias e as regiões mais afetadas historicamente pelos derrames.

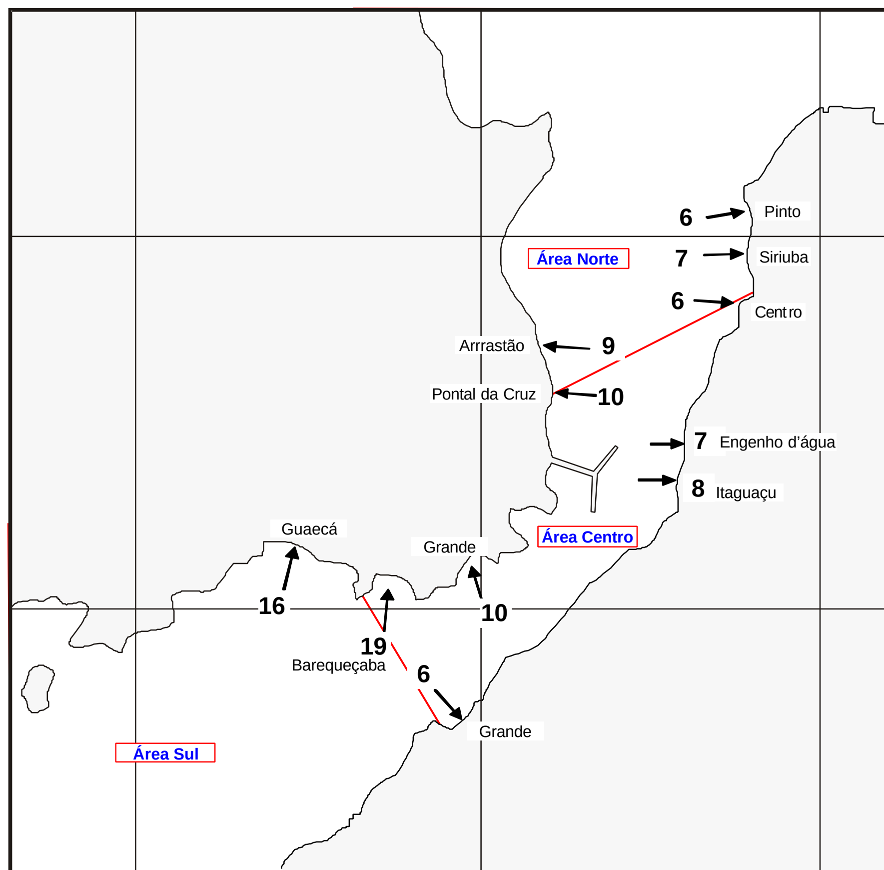


Figura 8: Praias mais atingidas pelos derrames na costa de São Sebastião e de Ilhabela. (nome da praia e números de derrames que a atingiram)

Para 70 derrames foi possível traçar uma relação entre o volume derramado e a quantidade de cidades atingidas (Figura 9). Conforme seria esperado, quanto maior o volume derramado, maior o número de municípios que sofre suas conseqüências. Entretanto nota-se que um derrame de 3000 m^3 pode afetar o mesmo número de municípios que um derrame de 1000 m^3, indicando que a relação entre volume derramado e extensão do derrame não é absoluta. Isto é particularmente verdadeiro para derrames entre $10m^3$ e $1000m^3$, os quais podem atingir apenas São Sebastião, apenas Ilhabela, ambos os municípios ou até mesmo municípios fora do canal.

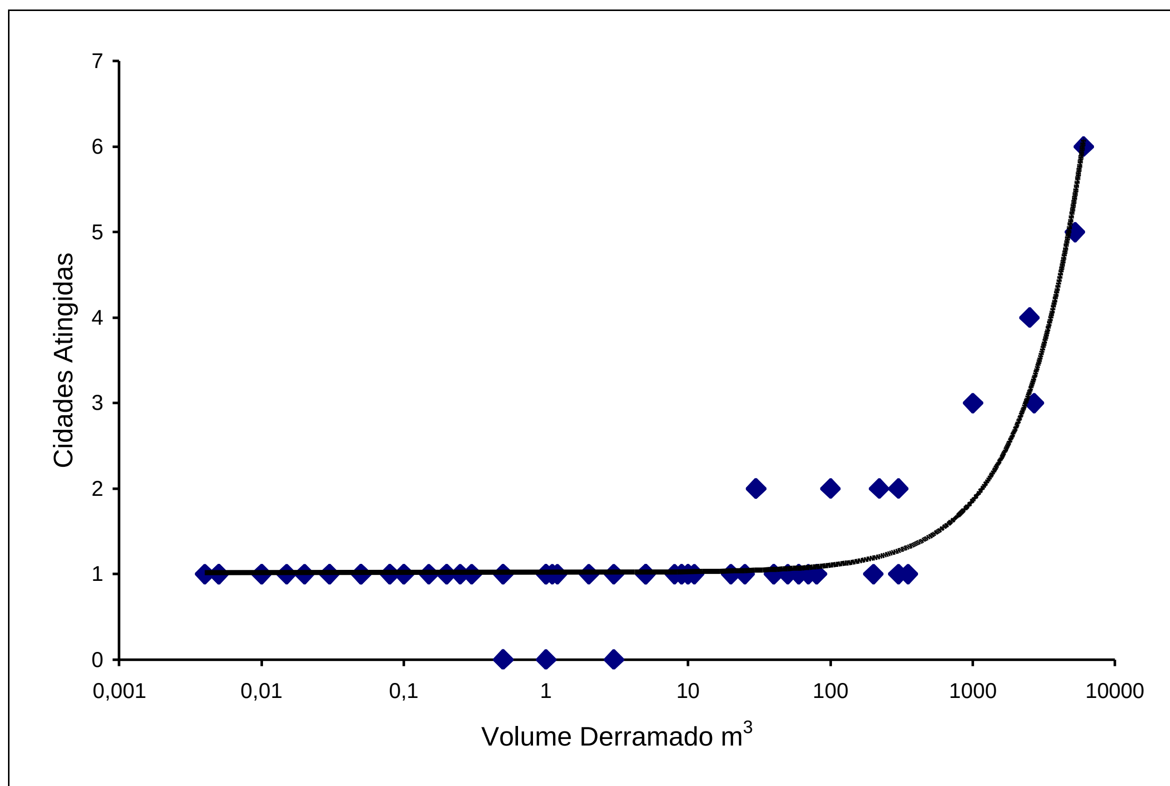


Figura 9: Relação entre o volume do derrame e o número de cidades atingidas

As informações do deslocamento das manchas de óleo indicam uma tendência a contaminar as praias ao sul do canal, na região continental, e ao norte do canal, na ilha. Cabe notar que no continente as praias de Barequeçaba e Guaecá delimitam o início da região costeira procurada pelos turistas, a qual se estende até a divisa com Bertioga, localizada mais ao sul. Na Ilhabela, a área mais atingida inclui o centro turístico do município.

3.4.5 Causas dos Acidentes

Analisando as causas dos acidentes no terminal pode-se determinar que aproximadamente 4,60% foram causados por acidentes, 89,08% por problemas de manutenção ou na operação dos equipamentos e 6,32% refere-se a outras causas. Para comparação, apresentam-se dados equivalentes obtidos junto a International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF), que mostram que as proporções mundiais para as causas dos derrames são 20,78% para acidentes, 52,9% para falhas de manutenção ou operação e 26,32% para outras causas. Nota-se que os dados da ITOPF sobre acidentes incluem eventos ocorridos também em alto mar.

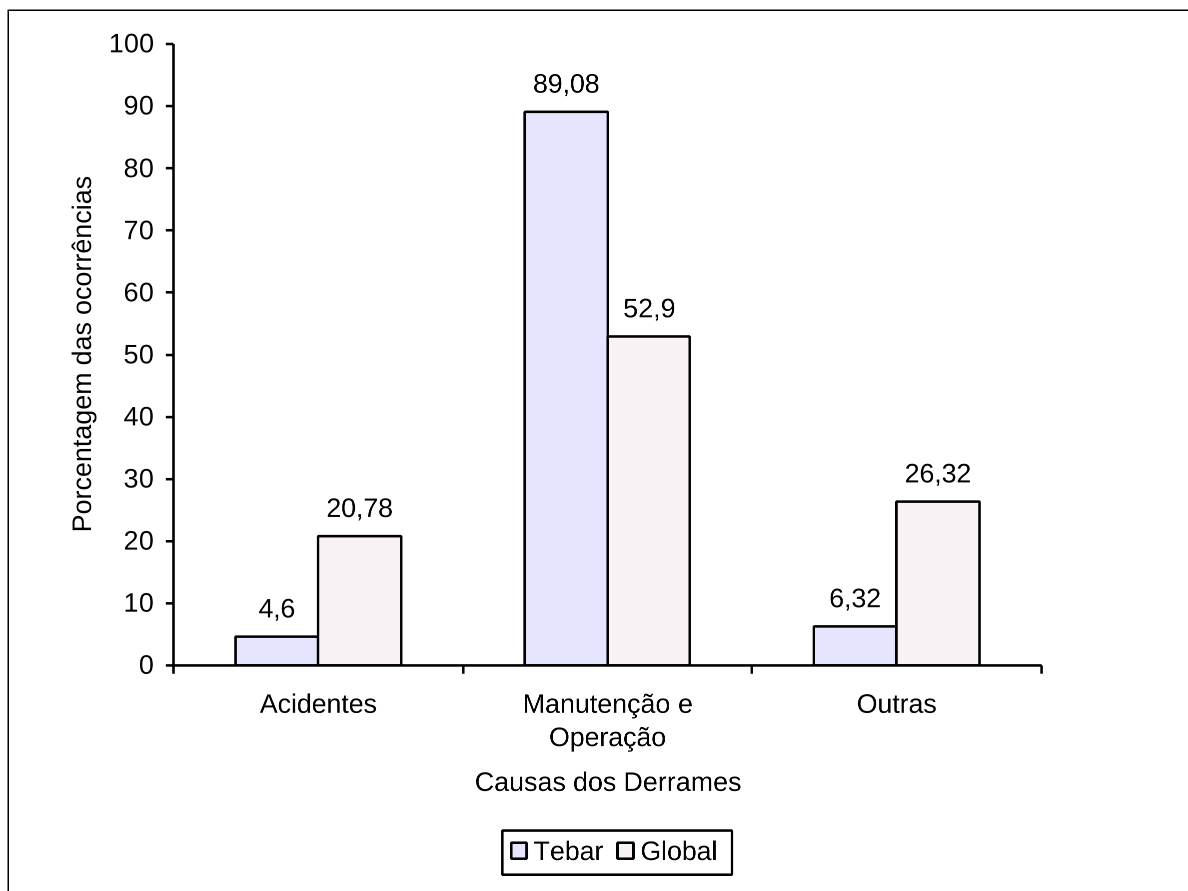


Figura 10: Comparação entre as causas dos derrames de petróleo no TEBAR e no mundo.

Capítulo 4

Estudo de Caso

Conforme exposto na introdução deste trabalho, parte de seu objetivo foi avaliar o potencial de aplicação da valoração econômica em um estudo de caso, verificando quais das técnicas disponíveis poderiam ser utilizadas em face a uma situação real de dano ambiental no litoral norte do estado de São Paulo. Para a definição de qual, ou quais, derrames seriam estudados, a seguinte seqüência de desenvolvimento foi adotada.

- **Levantamento de dados**

Cada técnica de valoração demanda por um conjunto de dados que pode ser específico a ela, ou comum a outras técnicas, conforme apresentado anteriormente. Com base nas informações necessárias para o uso das diversas técnicas disponíveis, foi realizada a coleta de dados disponíveis que permitissem a aplicação do maior número de técnicas possíveis, tendo-se em consideração também que algumas não poderiam ser utilizadas devido a limitações intrínsecas a elas. O tipo de dados obtidos e quais técnicas puderam ser aplicadas serão apresentadas a seguir.

- **Definição do estudo de caso**

Inicialmente, para que se pudesse ter uma correta percepção da escala do problema, foi realizado um levantamento com base em dados disponíveis sobre o histórico dos derrames de petróleo ocorridos no local de estudo. Este histórico foi previamente apresentado no item 3.4. Os dados necessários foram obtidos junto a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) e a Petrobras

Realizou-se em seguida um levantamento histórico de dados, de 1993 a 2000, referentes ao fluxo de veículos na balsa ligando São Sebastião e Ilhabela. Estes dados foram então cruzados com o histórico de derrames no mesmo período. Este cruzamento de informações indicou que somente os derrames ocorridos após 1999 poderiam ser estudados, pois somente neste período estavam disponíveis dados sobre o fluxo diário de veículos na balsa, pois o fluxo mensal não reflete a ocorrência de derrames.

Deste modo definiram-se as datas em que existiam informações disponíveis sobre os derrames e o fluxo de turistas na balsa. Com base nestas datas, a Petrobras foi contatada e foi realizado um levantamento de informações sobre os custos envolvidos nos derrames de petróleo no período. Destes, somente para o derrame do Vergina II, ocorrido na região em 03 de novembro de 2000 puderam ser obtidos dados referentes aos custos da Petrobras com o derrame.

- **Definição da Técnica de Valoração**

Após a definição do derrame a ser estudado, foi realizado um levantamento de dados sobre a economia do local, referentes ao fluxo monetário na região, o qual seria obtido verificando-se o faturamento de diversos setores comerciais ao longo do tempo. Com base na disponibilidade e qualidade destes, foi possível determinar quais técnicas poderiam ser utilizadas e também verificar se há a influencia direta dos derrames na economia da ilha. Dentre as técnicas disponíveis e com base nas informações obtidas, verificou-se que nem todas podem ser utilizadas neste tipo de estudo, enquanto outras possuem grandes possibilidades de uso. As que puderam ser utilizadas, seus resultados e as razões pelo qual as demais técnicas não foram aplicadas são apresentadas mais à frente, neste Capítulo.

4.1 O Estudo de Caso – O Derrame do Vergina II

Em 03 em novembro de 2000, sexta feira, durante o feriado prolongado de finados, o petroleiro Vergina II, originário de Chipre, colidiu com o píer sul do TEBAR durante a manobra de atracação. O acidente derramou 86m^3 de óleo que atingiram 20 praias em São Sebastião e Ilhabela. Escolheu-se este acidente para a realização do estudo de caso por ele ter ocorrido durante o desenvolvimento deste trabalho, facilitando assim a obtenção de informações sobre o

mesmo e também junto à comunidade de Ilhabela. Além disto, este foi o único derrame para o qual existem informações sobre o fluxo diário de turistas na balsa.

4.1.1 Custos do Derrame

Os custos das diversas atividades inerentes ao processo de combate e limpeza do derrame do Vergina II, assim como os custos envolvidos na recuperação ambiental e indenizações pagas estão apresentados na Tabela 10. Dos custos totais, 46% foi devido à compra e transferência de material para o local, 20% devido à recuperação ambiental, 19% referente à manutenção dos equipamentos utilizados, 12% para outros pagamentos e somente 3% para o pagamento de indenizações.

Tabela 10: Relação dos custos do derrame causado pelo Vergina II.

Atividade	Custo	Porcentagem
Material - Transferência	R$ 1.197.276,88	25,99%
Material - Compras	R$ 936.537,12	20,33%
Manutenção - barcos skimmer	R$ 143.182,80	3,11%
Serviços c/ lanchas/reboque	R$ 599.973,40	13,03%
Limpeza de praias/costões	R$ 924.359,06	20,07%
Indenizações	R$ 119.315,21	2,59%
Manejo e Reabilitação de animais	R$ 5.554,80	0,12%
Transporte de resíduos oleosos.	R$ 41.406,00	0,90%
Limpeza de barcos de terceiros	R$ 113.407,50	2,46%
Limpeza de lanchas	R$ 146.752,50	3,19%
Locação de veículos - Transp. pessoal	R$ 42.446,02	0,92%
Prestações de Contas	R$ 138.386,30	3,00%
Restaurante	R$ 33.690,77	0,73%
Fornecimento de Mão de obra e veículos	R$ 30.152,65	0,65%
Helicópteros	R$ 29.036,56	0,63%
Hospedagem	R$ 27.469,59	0,60%
Locação de veículos - Transp. material	R$ 23.246,00	0,50%
Médico	R$ 18.589,05	0,40%
Apoio à iluminação	R$ 13.817,00	0,30%
Locação de containeres	R$ 6.000,00	0,13%
Apoio administrativo	R$ 4.920,00	0,11%
Clipagem/Cinegrafia/Reportagem/Fotografias	R$ 4.632,00	0,10%
Colocação de embarcações - Dersa	R$ 3.299,40	0,07%
Fornecimento de Estacas de Madeira	R$ 1.285,00	0,03%
Fundo Rotativo	R$ 1.273,20	0,03%
Total	R$ 4.606.008,81	100,00%

Fonte: Petrobras.

O custo total do derrame (R$ 4.606.008,81) foi inteiramente coberto pelo seguro[30] de US$ 3.000.000,00 contratado pela Petrobrás. Além destes custos, o óleo perdido representou um custo de R$ 29.355,00 (cotação de US$ 30/barril). Na Tabela 11 é calculado o custo por barril deste

---

[30] Para detalhes sobre o seguro utilizado, vide Apêndice E.

derrame, o qual atingiu o valor de $ 9.000,70, derivado dos custos diretos que a Petrobrás teve com o acidente.

Tabela 11: Custo por barril no derrame do Vergina II

Custos	Valores
Custos do derrame	R$ 4.606.008,81
Óleo Perdido	R$ 29.355,00
Custo Total	R$ 4.635.363,81
Custo por barril	R$ 9000,70

4.1.2 Multas

Este derrame gerou um montante de R$ 55.203.967,00 em multas aplicadas à Petrobrás, dos quais a Capitânia dos Portos aplicou uma multa de R$ 2.000.000,00, a prefeitura de Ilhabela R$ 46.000.000,00 e a de São Sebastião R$ 43.967,00. A Secretaria de Meio Ambiente estadual aplicou uma multa de R$ 7.160.000,00. Os valores totais aplicados estão representados na Tabela 12. A multa aplicada pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA) de Ilhabela no período estudado representa o somatório das multas aplicadas diariamente. De acordo com a legislação municipal de Ilhabela o valor máximo a ser aplicado como multa por danos ambientais é de R$ 20.000.000,00. Já a legislação de São Sebastião define o valor de máximo de R$ 43.967,00.

Tabela 12: Relação das multas aplicadas devido ao derrame do Vergina II

Órgão	Multa total (R$)
SMA São Sebastião	43.967,00
SMA Ilhabela	46.000.000,00
SMA São Paulo	7.160.000,00
Capitânia dos Portos	2.000.000,00
TOTAL	55.203.967,00

Fonte: Petrobras.

Não obstante as diversas autuações, apenas as multas aplicadas pela Capitania dos Portos de São Sebastião foram pagas, pois somente ela teria jurisdição sobre o canal para penalizar os acidentes ali ocorridos. Ressalta-se que a autorização para o trânsito de embarcações na região depende da Capitania.

Observou-se também a aleatoriedade com que os valores são definidos, dentro dos limites máximos estipulados pelas leis municipais e estaduais. No caso de São Sebastião a defasagem entre a legislação local e a de Ilhabela, ou mesmo a estadual, fica clara quando se verifica que o valor aplicado refere-se ao máximo que pode ser cobrado segundo a legislação municipal de São Sebastião.

Além disto os custos envolvidos podem ser plenamente cobertos pelo seguro da empresa conforme definidos nas convenções sobre compensações financeiras (Tópico 4.4)

4.2 O Fluxo de Turistas

O fluxo de veículos no feriado de 2 de novembro de 2000 na balsa estão representados na Figura 11. A data da ocorrência do derrame é representada por um O no gráfico. O período estudado abrangeu dos dias 31 de outubro, terça feira, a 7 de novembro, terça feira, para que se pudesse observar claramente o período de influencia do feriado no fluxo de veículos. Neste período 10.798 veículos realizaram a travessia do canal, representando 30,53% do total de veículos que utilizaram a balsa durante o mês de Novembro.

Na travessia para Ilhabela (Figura 11 A), nos dias 31/outubro, 5, 6 e 7 de novembro o número de veículos corresponde a quantidade que utiliza a balsa normalmente, sendo composto por moradores locais. Do mesmo modo, na travessia para São Sebastião (Figura 11 B) os dias 31 de outubro, 2, 3 e 7 de novembro correspondem também ao fluxo diário normal na travessia da balsa. É interessante notar que na segunda-feira, 6 de novembro, ainda haviam veículos remanescentes do feriado deixando a ilha.

Na elaboração do gráfico, considerou-se o número de veículos utilizando a balsa como uma porcentagem do número total a atravessar a balsa no período. Foram calculadas porcentagens diferentes para a ida e para a volta de Ilhabela. Deste modo, os 100% da ida representam o máximo de veículos que entraram na ilha em um único dia (2.955 veículos), e os 100% da volta, o máximo de veículos que saíram de Ilhabela em um único dia (3197 veículos). Isto facilita a visualização do fluxo de veículos pois elimina o ruído gerado por dados referentes aos veículos dos moradores locais, que utilizaram a balsa regularmente durante o período, além de permitir a comparação com dados de outras épocas.

Para que se pudesse verificar a influencia do derrame no fluxo de turistas, foram analisados dados de outros feriados prolongados similares, mas nos quais não houve a ocorrência de derrames, sendo quatro em 1999, quatro em 2000 e três em 2001, não incluso o feriado em estudo. A característica que distingue os feriados escolhidos dos demais é o fato deles serem feriados prolongados de cinco dias, e apresentarem um espaço de dois dias entre o máximo fluxo de ida e o máximo fluxo de volta de Ilhabela, sendo estas as características do período analisado neste estudo de caso.

A comparação entre os feriados anteriores e o estudado indicou uma correlação de 98% para os dados da travessia para Ilhabela e de 99% para a travessia para São Sebastião indicando que não houve alteração significativa em termos percentuais no fluxo de veículos pela balsa em relação aos outros anos. Segundo informações obtidas com os operadores da balsa entre São Sebastião - Ilhabela, isto ocorreu em função do derrame haver acontecido já durante o feriado, estando grande parte dos turistas na região. Supõe-se que caso o acidente ocorresse pouco antes do feriado os turistas poderiam ter evitado a região com base em informações obtidas na mídia.

Embora existam dados sobre o fluxo de veículos anteriores a 1999, estes não incluem a travessia diária, apenas valores mensais. Os valores mensais de veículos atravessando o canal desde o ano de 1993 até 2001 são apresentados na Tabela 13 e na Tabela 14. Os dados indicam a tendência ao aumento do fluxo de veículos de passeios pela balsa ao longo dos anos, mostrando que o turismo na região tende a crescer continuamente. Embora as visitações a região ocorram em datas definidas (feriados, finais de semana e férias), não é possível definir o quanto este aumento se deve a novos turistas que visitam o local pela primeira vez ou ao retorno de turistas que tradicionalmente visitam o local

Para o cálculo dos valores em reais foi adotado do valor atual de R$ 6,90 cobrado para carros de passeio, cujo pagamento é realizado apenas uma vez no trecho São Sebastião – Ilhabela. Nota-se que há uma discrepância nos números mensais entre os veículos indo e retornando de Ilhabela. Isto se deve pelo fluxo não ser absolutamente regular mas, pelo contrario, os veículos que atravessam a balsa não percorrem necessariamente ambos os sentido no mesmo dia, ou no mesmo mês, indo para Ilhabela, ou São Sebastião em determinadas datas e realizando o trajeto oposto em datas diferentes.

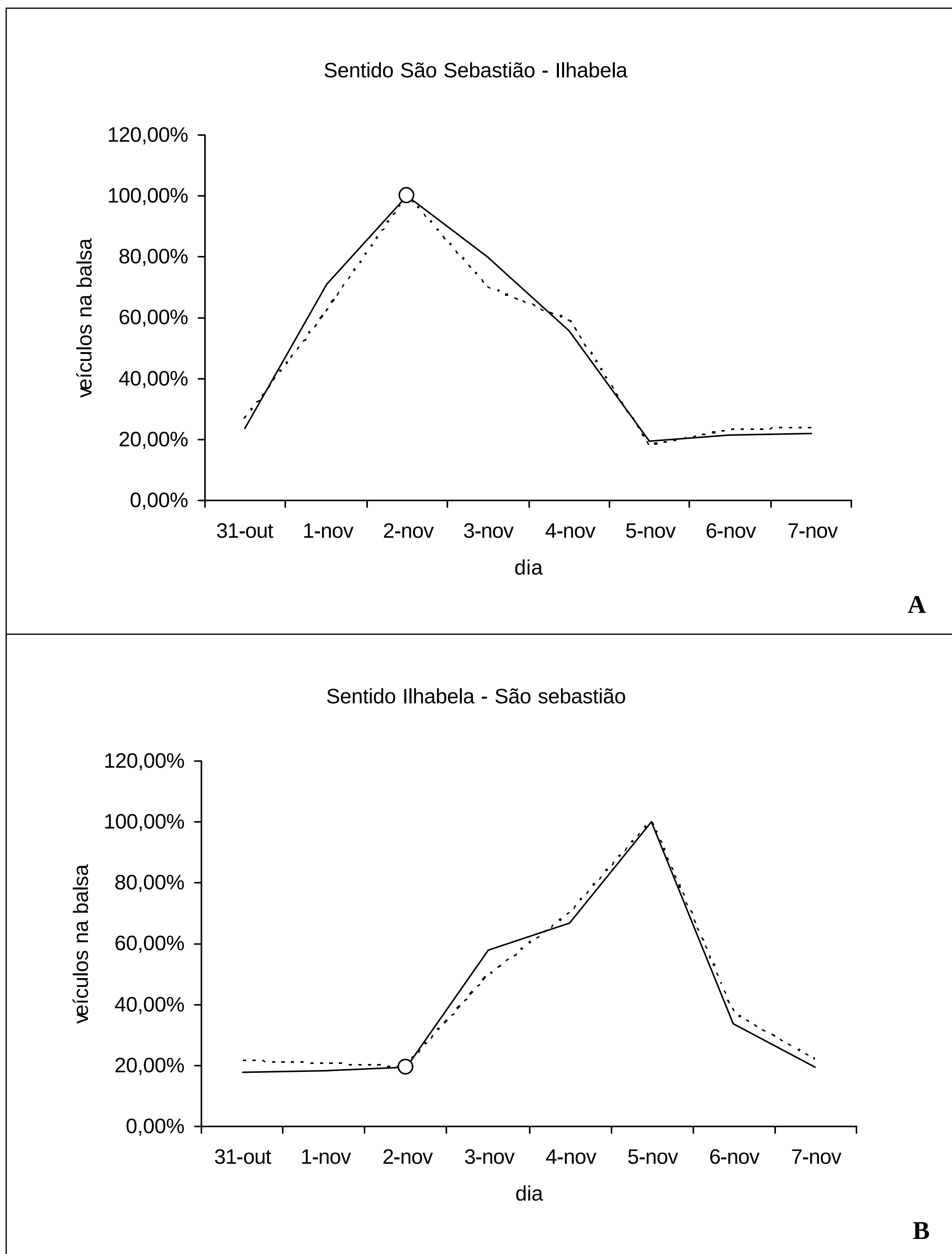


Figura 11: Variação no fluxo de carros de passeio no sentido São Sebastião – Ilhabela (A) e Ilhabela **-** São Sebastião (B). (O – dia da ocorrência do derrame) (— dados do feriado estudado, **----** médias dos outros feriados)

Tabela 13: Número de carros que cruzaram o canal de São Sebastião, sentido São Sebastião – IlhaBela de 1993 a 2001. Em destaque o mês em que ocorreu o derrame estudado.

	1993	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
jan	29.214	32.644	39.593	37.765	46.103	50.490	56.869	57.394	65.976
fev	32.543	24.364	27.108	31.787	37.605	39.795	42.380	34.427	45.310
mar	29.076	17.869	19.743	18.764	31.209	27.769	30.602	40.048	35.070
abr	33.412	16.133	24.937	22.205	23.976	30.502	29.982	36.834	39.241
mai	19.668	12.137	14.765	18.289	25.132	23.515	23.997	24.827	23.739
jun	22.908	13.178	17.271	19.336	17.471	21.042	23.541	27.154	28.347
jul	19.791	19.602	25.359	25.801	31.774	31.090	37.717	34.415	37.161
ago	23.442	14.698	17.483	20.586	25.713	25.462	25.814	24.637	29.125
set	28.268	19.214	22.953	19.928	23.716	28.528	31.421	29.726	33.426
out	41.556	21.534	22.294	28.153	27.689	31.348	37.161	36.330	36.437
nov	34.724	22.434	22.681	28.809	28.606	27.993	31.457	**35.366**	38.954
dez	26.537	31.913	33.518	37.521	42.169	45.546	45.250	48.576	47.931
Totais *	341.139	245.720	287.705	308.944	361.163	383.080	416.191	429.734	415.452
Total R$ **	2.353.859,10	1.695.468,00	1.985.164,50	2.131.713,60	2.492.024,70	2.643.252,00	2.871.717,90	2.965.164,60	2.866.620,94

Fonte: DERSA
* Total de veículos no ano
** Total pago para realizar a travessia em valores atuais

Tabela 14: Número de carros que cruzaram o canal de São Sebastião, sentido IlhaBela - São Sebastião de 1993 a 2001. Em destaque o mês em que ocorreu o derrame estudado.

	1993	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
jan	37.376	39.387	45.971	44.100	52.626	57.603	65.631	65.585	75523
fev	35.688	25.447	23.427	32.391	39.175	41.454	43.377	34.241	43852
mar	29.986	16.319	23.881	18.696	32.022	30.090	30.194	39.803	35443
abr	33.532	17.380	22.631	22.426	23.390	29.879	30.102	33.875	12387
mai	20.922	12.987	17.403	18.047	24.130	24.775	24.969	28.412	27277
jun	23.436	13.196	17.434	19.692	19.713	21.273	24.348	26.768	27980
jul	19.029	19.493	25.597	26.051	31.524	30.297	36.285	34.890	38361
ago	25.452	15.371	17.841	19.413	26.336	26.659	27.621	24.693	28783
set	30.886	18.527	22.296	21.248	24.394	28.666	31.508	28.814	34097
out	36.504	21.716	23.272	27.869	27.058	27.711	33.307	37.268	36253
nov	42.100	22.790	22.853	27.269	29.433	31.649	35.468	**35.491**	38304
dez	20.221	25.293	26.837	31.684	33.479	36.244	36.659	38.419	38588
Totais *	355.132	247.906	289.443	308.886	363.280	386.300	419.469	428.259	436848

Fonte: DERSA * Total de veículos no ano

4.3 A Aplicação das Técnicas de Valoração

4.3.1 Custos Diretos

A partir dos dados disponíveis na planilha de custos da Petrobrás, os custos diretos podem ser classificados de acordo com as técnicas de valoração que poderiam ser utilizadas em sua estimativa. A seguir estão relacionadas as técnicas disponíveis para sua avaliação e também aquelas que não possuem uma aplicação neste estudo de caso, bem como os motivos para não serem utilizadas.

- **Custos de Prevenção**

A prevenção da ocorrência de um derrame de petróleo envolve uma ação continua de manutenção de equipamentos, treinamento de pessoal e compra de materiais e equipamentos que sejam necessários para a correta operação dos equipamentos que podem causar um acidente, além dos utilizados no combate ao derrame em si. Neste estudo os dados sobre os custos regulares com treinamento de pessoal e manutenção geral de equipamentos de combate a derrames e também dos utilizados nas operações diárias de transbordo de óleo não estavam disponíveis. Isto limitou a ampla avaliação dos custos de prevenção, podendo-se apenas verificar a parcela destes custos diretamente envolvida no combate ao derrame e mitigação de seus efeitos.

Destas atividades, apenas os valores relativos a aquisição, aos custos de compra, transferência de material e manutenção de skimmers, apresentados na Tabela 15, num total de R$ 2.276.996,80, representando os custos emergenciais durante a ocorrência do derrame, puderam ser obtidos. Embora a avaliação dos custos de prevenção não pode ser realizada plenamente, esta técnica oferece grande potencial de uso por exigir dados que já estejam disponíveis e representam

efetivamente os custos derivados da preocupação da empresa com a ocorrência de possíveis impactos ambientais.

Tabela 15: Custos de prevenção do derrame do Vergina II

Atividade	Custo	Porcentagem do custo total
Material - Transferência	R$ 1.197.276,88	25,99%
Material - Compras	R$ 936.537,12	20,33%
Manutenção - barcos skimmer	R$ 143.182,80	3,11%
Custo de prevenção	R$ 2.276.996,80	49,44%

Fonte: Petrobras

Deve-se notar que embora a prevenção do acidente evite outros gastos envolvidos no acidente, isto não significa que o custo total possa ser considerado equivalente ao custo de prevenção. Os gastos com material e equipamento representam aproximadamente metade do custo total, mas poderia ter sido o suficiente para evitar o espalhamento do derrame e reduzido a escala dos outros gastos. Isto se estes equipamentos já estivessem disponíveis quando da ocorrência do acidente, possibilitando um rápido combate ao derrame.

- **Custo de Reposição**

O custo de reposição considera os gastos envolvidos com a recuperação dos danos causados ao meio ambiente e compensação dos prejuízos sofridos pelas pessoas afetadas pelo acidente. No caso em estudo estes custos foram obtidos diretamente com a Petrobras e são apresentados na Tabela 16. Os valores apresentados representam os custos derivados da contaminação ambiental e incluem deste a recuperação do ambiente danificado até a indenização por danos causados a terceiros.

De forma similar à técnica de gastos preventivos, a aplicação do custo de reposição é direta, baseando-se em dados pré-existentes que fazem parte dos custos apresentados pelo terminal

quando da ocorrência de um derrame. Entretanto, nos custos de reposição a identificação dos valores é mais clara, não deixando margem para dúvidas se deve ser considerado o custo total do derrame ou apenas parte dele. Nota-se também que não há possibilidade de sobreposição de valores, sendo as atividades ligadas à reposição distintas das ligadas à prevenção.

Tabela 16: Custos de reposição do derrame do Vergina II

Atividade	Custo	Porcentagem do custo total
Limpeza de praias/costões	R$ 924.359,06	20,07%
Indenizações(+)	R$ 119.315,21	2,59%
Manejo e Reabilitação de animais	R$ 5.554,80	0,12%
Transporte de resíduos oleosos	R$ 41.406,00	0,90%
Limpeza de barcos terceirizados *	R$ 113.407,50	2,46%
Limpeza de lanchas **	R$ 146.752,50	3,19%
Custo de reposição	R$ 1.350.795,07	29,33%

Fonte: Petrobras

* barcos pertencentes a prestadores de serviço
** barcos pertencentes ao TEBAR
+ pagas a pescadores e proprietários de embarcações sujas por óleo.

- **Custo de Doença**

Devido às características da contaminação dos organismos marinhos por óleo, deixando-os com aroma e sabor característicos, aliado ao fato de que durante um derrame a atividade pesqueira no local é interrompida, é pouco provável a contaminação de pessoas pela ingestão indireta de óleo derramado. Além disto, embora o contato acidental com o óleo possa ocorrer em banhistas e pessoas desavisadas que visitem as áreas contaminadas, podendo gerar problemas de irritação em pessoas sensíveis, a pouca disponibilidade deste tipo de informação indica que esta técnica pouco teria a acrescentar na avaliação do dano direto causado pelo óleo na saúde das pessoas

Por outro lado, os custos da Petrobras com o derrame indicam um gasto médico de R$ 18.589,05 devido a acidentes decorrentes da atividade de combate ao derrame, indicando que o custo de doença pode ser utilizado para a verificação de conseqüências indiretas do derrame para a saúde das pessoas envolvidas em sua limpeza.

- **Custo de Viagem**

A característica da região em estudo de possuir apenas um acesso, via balsa, faz com que ela se torne um objeto de estudo ideal para a aplicação da técnica do custo de viagem. Entretanto esta técnica poderia fornecer informações sobre os custos decorrentes da viagem até a chegada à balsa para Ilhabela. Após a chegada do turista a Ilhabela os custos de viagem e os custos de produtividade passam a se sobrepor, sendo necessário optar nesta etapa pelo uso de uma delas para evitar a dupla contagem dos valores, caso se considere a realização de uma somatória geral dos valores obtidos. Assim, sua aplicação deve ser cuidadosa, para se evitar a contabilização de valores previamente calculados em outras técnicas e a dupla contabilização. Por exemplo, do total de veículo atravessando a balsa, uma parte se refere aos habitantes locais devendo ser descontada do total para se evitar um superestimativa do valor pago para acessar a ilha. Além disto, os custos com a travessia, hospedagem, alimentação, passeio e compras fazem parte do custo de viagem e também do calculo da mudança de produtividade, da DERSA e do comércio local voltado para o turismo.

Considerando que a demanda de tempo e pessoal para a aplicação do número necessário de questionários, para que se pudesse ter uma amostra significativa dos turistas e considerando também que parte dos valores que seriam obtidos já o foram na técnica de mudança de produtividade, optou-se por não aplicar o custo de viagem para que as outras técnicas pudessem ser avaliadas dentro do tempo disponível para a realização deste estudo.

- **Valoração contingente**

Optou-se por não utilizar a valoração contingente neste estudo pois, ela apresenta grande imprecisão, inerente a sua conceituação teórica, que causa um conjunto de problemas na confiabilidade dos dados obtidos, que vão deste as discrepâncias entre os valores obtidos nas diferentes formas de pesquisa (WTP ou WTA), até o próprio comportamento do entrevistado, em face de questões como o problema apresentado, situação socioeconômica e outras variáveis que contribuem para que o resultado desta técnica seja de pouca confiabilidade.

A valoração contingente também permite que o pesquisador obtenha as informações necessárias, independentemente de fontes externas, através de pesquisa junto aos freqüentadores/moradores do local. Isto faz com que ela não enfrente os problemas apresentados pelas outras técnicas de falta de dados suficientes. Por outro lado, a demanda por um processamento de dados, desde a elaboração dos questionários até a análise final das respostas obtidas dificulta sua aplicação, e requereria o desenvolvimento isolado de um trabalho similar a este, mas exclusivamente dedicado a sua aplicação prática.

Assim, considera-se que seu uso deva ser opcional e adotado com cuidado e em paralelo com outras técnicas, procurando-se tentar reduzir ao máximo os possíveis erros que possam surgir devido a sua aplicação.

- **“Shadow Projects”**

A proposição desta técnica baseia-se no pressuposto que o valor de bens e recursos naturais danificados pode ser avaliado pelo valor dos substitutos artificiais destes recursos. Entretanto esta técnica considera também que a substituição deve ser avaliada quando o recurso prejudicado não poderá ser recuperado e o substituto pode fornecer todos os benefícios do bem natural perdido.

A situação estudada aqui foge deste contexto. Os danos ambientais por derrame de petróleo são de curta duração, permitindo que o meio ambiente venha a se recuperar. Além disto bens como as praias, o mar, a paisagem, não podem ser substituídos por elementos artificialmente construídos. Pode-se argumentar que existem atualmente construções que simulem o funcionamento de praias para o lazer, mas são projetos desenvolvidos visando desenvolver economicamente determinada região ou fornecer uma alternativa de lazer. A possibilidade de substituição de praias reais por estes elementos artificiais além de implicar em um alto custo de execução, não poderia ser considerada como um "Shadow Project" pois inúmeras características de uma área costeira real não podem ser simuladas, como a paisagem.

- **Métodos Hedônicos - Valor de Propriedade**

O uso da comparação de valores para propriedades localizadas nas praias com outras localizadas em locais diferentes não tem grande aplicação neste estudo, pois o valor da propriedade tende naturalmente a diminuir com a distância da praia. A comparação entre praias que são atingidas por derrames e praias que não sofrem este impacto também é de difícil realização.

O principal impedimento no uso do valor de propriedade é a existência de uma ampla gama de variáveis que determinam a diferença de valor da propriedade entre uma praia e outra. Estas variáveis vão desde características inerentes a praia, como a facilidade de acesso e beleza, até aquelas decorrentes da urbanização como nível de ocupação urbana e infra-estrutura para a instalação residencial.

Outro importante fator é a aleatoriedade da ocorrência do impacto ambiental. Se fosse considerada uma praia que seja constantemente poluída, provavelmente a contaminação sobrepujaria as demais variáveis que atuam sobre a definição do valor da propriedade, e o efeito

do dano ambiental poderia ser avaliado com esta técnica. Derrames de petróleo no local estudado, por outro lado, geram impactos de curta duração e esporádicos, tornando a participação da contaminação menos importante ou irrelevante na composição final do valor de venda propriedade.

- **Métodos Hedônicos - Diferenças de salários**

No Brasil os terminais marítimos de petróleo estão localizados ao longo de nossa costa, em uma ampla distribuição geográfica. Neste caso, a variação salarial decorrente de diferenças regionais é a principal influência nas diferenças de remuneração que possam ser encontradas ao se comparar diferentes terminais. Além disto, a legislação trabalhista atua em nível nacional, contribuindo para a compatibilização entre cargos e salários, reduzindo assim as possíveis diferenças que possam ocorrer. A comparação entre os salários nos terminais e em outros setores da indústria petrolífera (refinarias, plataformas, etc..) também não é apropriada pois envolve diferentes situações de risco e condições de trabalho.

- **Custo-Efetividade**

A aplicação da análise de custo-efetividade não apresenta utilidade neste tipo de estudo. Recorde-se que ela se baseia em uma análise de custo-beneficio na qual se verificam as melhores alternativas para se atingir um determinado objetivo. No caso estudado, dois objetivos poderiam ser definidos para a Petrobras. A prevenção dos derrames e o combate eficiente dos mesmos.

Ambos os objetivos não são adequados para um estudo de custo efetividade pois ambos podem ser atingidos mediante o uso de diferentes linhas de ação. No entanto, estas linhas de ação não são adotadas de maneira independente, permitindo que se escolha qual delas é mais adequada, mas de maneira conjunta e integrada, visando atingir o objetivo da melhor maneira possível. Deste modo, a prevenção é feita pelo treinamento de pessoal, compra manutenção de

equipamentos, tanto nas áreas ligadas ao combate a derrames quanto nas atividades relacionadas às operações de atracação, transbordo de óleo e outras que possam envolver o risco de contaminação marinha.

O combate ao derrame também é feito utilizando-se diversas técnicas. Embora nem todas sejam utilizadas em um determinado derrame, a escolha sobre quais devem ser aplicadas depende principalmente das condições do derrame (tipo de óleo, condições climáticas, área da mancha, entre outros) do que de uma decisão sobre os custos de se adotar uma abordagem em detrimento de outra.

- **Custos de Re-alocação.**

O estudo de custo de re-alocação envolve a avaliação dos custos em se instalar determinado empreendimento em outra região, na qual os danos ambientais sejam minimizados. Ela é uma técnica baseada na análise de custo-benéfico que pode ser aplicada mais adequadamente em situações que envolvam uma poluição, e um custo ambiental, de longo prazo, que justifiquem o estudo da possibilidade de remoção do poluidor.

O uso desta técnica na região estudada, serviria apenas para fornecer um indicativo dos benefícios que o ambiente local fornece para o desenvolvimento das atividades do terminal. O canal onde se localiza o terminal é único na costa paulista propiciando proteção contra o mau tempo e ondas, fornecendo uma área de transito livre de obstruções, como a sedimentação de fundo, e outros benefícios. A instalação do terminal em outra área implicaria em custos adicionais para que se pudesse garantir a segurança de operação com os petroleiros. Deste modo, embora não avaliado, o custo de re-alocação do terminal possivelmente seria tão alto que justificaria sua instalação na própria região de São Sebastião.

Com relação ao uso dos custos de re-alocação em função da perda da qualidade ambiental pela presença do terminal, este uso não se justifica pois os impactos causados pelos derrames são de curta duração e aleatórios, gerando custos e prejuízos pontuais. A presença física do terminal não apresenta impedimento para o uso do canal e das praias durante o período em que não ocorrem derrames, os quais, conforme verificados no histórico de derrames, tendem a serem mais raros. Além disto à transferência do terminal para outra região somente serviria para transferir o problema, e não eliminá-lo.

- **Transferência de benefícios**

A transferência de benefícios demanda a existência de outros estudos similares para que possa ser aplicada. Entretanto, existem poucos trabalhos de valoração de derrames disponíveis atualmente, os quais se referem a derrames em grande escala (CARSON, 1995; BONNIEUX, 2003) e em regiões com outras características que as da área em estudo. Além disto, derrames de petróleo são únicos, não havendo dois acidentes com conseqüências semelhantes e também a região estudada neste trabalho apresenta características exclusivas. Para que esta técnica pudesse ser aplicada adequadamente, seria necessária a existência de outros estudos deste tipo, realizados sobre um derrame ocorrido em situação similar ao analisado aqui, para que a transferência pudesse ser realizada adequadamente.

Não seria viável, por exemplo, o uso de dados referentes a um derrame como o do Exxon Valdez, ou do recente derrame do Érika na costa espanhola, uma vez que as variáveis destes são absolutamente diferentes das aqui encontradas, seja a escala do acidente, as variáveis socioeconômicas ou as características ambientais. Por outro lado, a comparação entre derrames semelhantes que ocorreram no canal de São Sebastião também requer cuidados pois, conforme previamente apresentado na Tabela 8, sua conseqüências dependem também das condições do clima, das correntes marinhas e atmosféricas, do tipo de óleo derramado e da eficiência com que

a contenção é realizada. Deste modo, qualquer tentativa de transpor os valores de um estudo de valoração de derrames entre dois locais resultaria, portanto em uma avaliação incorreta do problema.

- **Análise Emergética**

Dentre todas as técnicas avaliadas, a análise emergética é a que permite avaliar os efeitos do derrame na economia independentemente de fatores externos ou subjetivos, como o mercado ou as preferências individuais. Entretanto ela demanda por uma base de dados superior a das outras técnicas, envolvendo também um equacionamento de complexidade que depende do nível de simplificação que se deseja, podendo resultar em um conjunto de cálculos complexos, que resultam em uma alta margem de erro e grande demanda de tempo para sua realização. Por outro lado, a simplificação pode facilitar a realização da análise, mas resulta por sua vez em dados que não representam adequadamente o problema estudado.

Conforme foi apresentado, a disponibilidade de dados foi o principal limitante para a aplicação das técnicas de valoração e, sobretudo na análise emergética eles apresentam um grande impedimento, pois poucos dados que possam ser utilizados nesta análise estão disponíveis para o local de estudo. Embora a análise emergética permita o uso de valores obtidos em outros estudos similares, de modo semelhante a transferência de benefícios, é necessário que um conjunto mínimo de informações locais existam. A obtenção destas poderia ser realizada, mas neste caso, tornaria a elaboração deste estudo impossível, pois demandaria por uma dedicação quase exclusiva, fazendo com que somente esta técnica pudesse ser testada, contrariando o objetivo proposto para este trabalho.

4.3.2 Custos Indiretos

Embora os dados de fluxo de turistas não indiquem a ocorrência de redução na atividade turística na ilha durante o período estudado, este estudo se propôs a testar o uso da valoração na avaliação dos custos envolvidos em um derrame de petróleo marítimo. Deste modo, todas as técnicas anteriormente apresentadas tiveram sua aplicação verificada e, quando possível, foram utilizadas para que se pudesse obter estimativas dos custos do derrame, para Petrobras e para a economia turística de Ilhabela.

Somente o setor da economia dependente do turismo foi considerado neste estudo, pois entrevistas realizadas em setores do comércio voltados para a população local indicaram que, a presença de visitantes na região representa um rendimento adicional para estes estabelecimentos, mas sua ausência não implica em um prejuízo financeiro, uma vez que sua atividade econômica é dimensionada para depender do consumo realizado pelos moradores locais.

As técnicas de valoração foram utilizadas neste estudo de acordo com a disponibilidade de dados que satisfizessem suas necessidades. Com base nos dados obtidos sobre o fluxo de turistas durante o feriado estudado, foi elaborado um cenário hipotético onde se considerou que o derrame do Vergina II pudesse ter causado a ausência total de turistas na região durante o feriado estudado.

- **Mudança na Produtividade**

A avaliação do efeito dos derrames sobre a parcela da economia voltada para o turismo foi feita com base em entrevistas com comerciantes de diversos setores da economia local (hotéis, restaurantes, comércio em geral, empresas de turismo). Somente foi possível obter pelas entrevistas uma estimativa (alegada pelos entrevistados) de redução no faturamento mensal variando de 80% a 100% no comércio de Ilhabela em função da contaminação da água e praias

por petróleo. Informações obtidas junto a estas empresas ligadas a atividades aquáticas indicam que a queda no fluxo de turistas também seria responsável pela redução em 50% no turismo terrestre (passeios em trilhas, cachoeiras, entre outros) além de uma redução de 100% do faturamento das atividades aquáticas.

Os resultados destas entrevistas indicaram que não seria possível obterem-se os valores necessários devido à falta de um histórico contábil que permita traçar qualquer oscilação no fluxo monetário da região na época do derrame e a desconfiança dos comerciantes ante a perspectiva de liberar informações que pudessem ser úteis para concorrentes. Foram então realizadas estimativas baseadas em um levantamento dos custos de hospedagem, alimentação, passeios, compras e demais serviços a que um turista pode ter acesso na ilha, de forma adaptada. Para sua aplicação foram levantados os preços na região em diversos estabelecimentos com o objetivo de se obter uma estimativa dos gastos diários que os turistas tem durante sua estada na ilha.

Com base neste levantamento, foi definido um custo médio de R$ 30,00 referente ao gasto com hospedagem por pessoa por dia (meia diária), em R$ 30,00 por dia por pessoa (adulto) com alimentação e de R$ 80 por pessoa para realizar passeios ou atividades esportivas aquáticas. Além destes dados foi atribuído um gasto de R$ 100,00/pessoa como parte de outras despesas durante a estadia na ilha, como a compra de souvenires e artesanato. Este valor foi estimado também com base na observação de preços praticados na Ilhabela. Assumindo-se uma estadia de 5 dias, estimou-se um valor total de R$ 480,00, ou R$ 96,00/dia/pessoa entre alimentação, hospedagem, passeios e compras.

Foi então solicitado aos empresários dos diversos setores comerciais envolvidos com o turismo na ilha que realizassem independentemente a mesma estimativa, para o mesmo período em estudo. Os valores obtidos junto aos comerciantes variam de R$ 75,00 a R$ 180,00, indicando que o valor originalmente estimado esta dentro de uma escala realista de valores. Devido à

amplitude de variação nestes custos e estando a estimativa inicial englobada dentro dela, optou-se por utilizar ambos os valores máximos e mínimos. Ressalta-se que estas estimativas não se embasam em dados reais de faturamento, apenas na reposta dos comerciantes.

Segundo estimativas utilizadas pela DERSA, calculou-se que cada carro de passeio transporte três pessoas, duas adultas e um menor, para qual foi atribuído um gato equivalente à metade do gasto de um adulto. Deste modo, estimou-se que o montante movimentado na Ilhabela em função da atividade turística varia de acordo com os dados apresentados a Tabela 17, já incluso o valor pago para o uso da balsa na travessia do canal (R$ 74.506,20). Neste calculo foi considerado que do total de veículos, 13.598, somente 10.798 representam veículos de turistas, o restante 2.800 pertencendo a moradores locais que utilizam a balsa regularmente, não sendo portanto incluídos nesta estimativa.

Tabela 17: Estimativas de gastos dos turistas durante o período em estudo.

		Estimativa de gasto	
	Pessoas	Mínima (R$ 75,00)	Máxima (R$ 180,00)
Adultos	21.596	R$ 1.619.700,00	R$ 3.887.280,00
Menores	10.798	R$ 404.925,00	R$ 971.820,00
Totais *	32.394	R$ 2.099.131,20	R$ 4.933.606,20

* - incluído os custos com a travessia de balsa (R$ 74.506,20)

Deste modo, assumindo-se a ocorrência de um derrame responsável pela total ausência de turistas na região, determina-se que o prejuízo local, incluindo a redução de arrecadação pela DERSA, varia entre R$ 2.099.131,20 e R$ 4.933.606,20 para o período do feriado prolongado.

Neste estudo, os valores estimados para os gastos dos turistas indicam o prejuízo que a economia da ilha poderia sofrer devido à contaminação de suas praias. Assumindo-se o pior cenário, o valor real poderia estar próximo ou ser superior a máxima estimativa, pois não foram

contabilizados nesta estimativa os custos dos turistas com o deslocamento para a ilha ou os efeitos do derrames em outros setores econômicos, como a pesca.

4.4 Os Custos Totais do Derrame

O resultados das técnicas de valoração que foram utilizadas estão resumidos na Tabela 18. Conforme previamente apresentado, destes valores os custos de reposição, prevenção e doença estão presentes na planilha de custos do derrame, a mudança na produtividade foi estimada junto a comerciantes.

Tabela 18: Resultados das técnicas de valoração.

	Técnica	Valor
Custos Indiretos	Mudança da Produtividade	R$ 2.099.131,20 a R$ 4.933.606,20
	Custo de Prevenção	R$ 2.276.996,80
Custos Diretos	Custo de Reposição	R$ 1.350.795,07
	Custo de Doença	R$ 18.589,05

Quando contabilizados estes valores para verificar o custo total do derrame do Vergina II obtém-se os custos do derrame apresentados na Tabela 19. Os dados de valoração utilizados referem-se apenas a mudança na produtividade, uma vez que os resultados obtidos com as demais técnicas já se encontram presentes no custo real do derrame (R$ 4.606.008,81)

Nesta tabela são apresentados os custos efetivos do derrame, conforme verificados junto a Petrobrás, os custos obtidos com a valoração, e as parcelas do custo total referentes às indenizações. Os dados reais mostram que a indenização paga foi equivalente a 2,59% do custo total (R$ 4.606.008,81) do derrame enquanto que os valores obtidos com a valoração mostram que este valor poderia atingir até 52,94% do custo total máximo estimado (R$ 9.317.487,32).

Tabela 19: Custos diretos e indiretos do derrame do Vergina II.

Tipo	Custo (*)(**)	Indenizações (++)
Direto	R$ 4.606.008,81	2,59%
Indireto (+)		
Min	R$ 2.099.131,20	31,41%
Max	R$ 4.933.606,20	52,94%
TOTAL (max)	**R$ 9.317.487,32**	

* - não contabilizadas as multas aplicadas
** - inclui o valor das indenizações
+ - Inclui os custos indiretos os custos diretos
++ - Porcentagem do custo total do derrame

O valor de R$ 2.099.131,20 indica o dano mínimo estimado que um derrame de grandes proporções poderia causar na economia de Ilhabela, durante um feriado prolongado similar ao estudado. Por outro lado o valor de R$ 4.933.606,20 indica uma estimativa da indenização máxima a que se pode chegar, sendo apenas aplicável ao estudo de caso em questão. O valor total estimado para o derrame do Vergina II, contabilizados os custos diretos e indiretos poderia, portanto, atingir o total de R$ 9.317.487,32. A contaminação de uma área maior, durante um período maior, e a inclusão de danos econômicos causados a economia de São Sebastião elevariam este valor a outro patamar.

Capítulo 5
Conclusões

- **A valoração**

As técnicas de valoração analisadas mostram que o ferramental fornecido pela economia do meio ambiente apresenta uma maior praticidade e facilidade de uso, em parte por já estar consolidado e amplamente testado e em parte por demandar dados sobre o objeto de estudo que, em geral, são de fácil obtenção. Entretanto, ao reduzir o meio ambiente ao simples papel de provedor de recursos para satisfazer as necessidades humanas, a economia demonstra não poder trabalhar de forma ampla e consistente o meio ambiente e todas as suas relações com as atividades humanas.

Ao definir a importância do ambiente natural sob a ótica das preferências individuais, a economia simplifica o problema tornando-o mais assimilável pela teoria vigente, mas adiciona um componente subjetivo que se transforma em erro metodológico, tornando discutível qualquer tentativa de avaliação do valor do meio ambiente. Tal subjetividade se deve a dependência que o processo de formação de preferências tem por informações sobre as opções existentes. A influência dos meios de comunicação, interesses pessoais, nível de conhecimento sobre o problema e manipulação das informações disponíveis, fazem com que a opinião, e

conseqüentemente as preferências das pessoas, não reflita a real importância que o meio natural tem em suas vidas.

Por outro lado a economia ecológica reconhece as características sistêmicas do meio ambiente e, embora use as técnicas da teoria econômica neoclássica, busca na interdisciplinaridade o suporte teórico que lhe permita compreender as complexas inter-relações do meio natural e das atividades econômicas, as quais são corretamente analisadas como parte integrante do sistema ecológico. Esta abordagem elimina o componente subjetivo de sua base teórica ao assumir que somente o conjunto das diferentes áreas do conhecimento científico pode contribuir para que a real importância do meio ambiente venha a ser compreendida. Entretanto ela ainda apresenta, e assume a existência deste componente de subjetividade, mas este está representado pelo reconhecimento que a estimativa de valores econômicos tem para o meio ambiente, não apenas representa uma subestimativa e que seu real valor é de difícil, se não impossível, monetarização.

A realização de um amplo levantamento de informações sobre o objeto de estudo é fundamental para a definição de qual técnica de valoração pode ser aplicada, sendo esta escolha influenciada também pela gama de fontes em campo, das quais se deseja obter dados, ou seja, a escala em que se trabalha. Deste modo, as técnicas que dependeram de informações baseadas em poucas fontes apresentaram resultados mais satisfatórios e concretos, como os custos de reposição e de prevenção, cujos dados estavam concentrados em apenas uma das fontes pesquisadas, a Petrobras. Similarmente, dados de maior precisão foram também coletados em apenas dois outros atores envolvidos, a DERSA e a CETESB. Por outro lado, a partir do momento em que se aumentou a variedade de fontes a serem pesquisadas (aqui se refere apenas à obtenção de informações em campo, e não em bibliografia), no caso, os agentes da economia local, a precisão e confiabilidade das informações obtidas tende a diminuir. Deste modo, na

definição de um estudo de valoração, a pulverização de dados necessários entre muitos agentes representa um fator de imprecisão nos resultados obtidos.

Todas as técnicas de valoração apresentaram problemas similares no que se refere a demanda/disponibilidade de informações, dependendo da existência de dados junto à comunidade envolvida como, por exemplo, valores referentes ao número de hóspedes nos hotéis ou do faturamento de determinados setores comerciais. Entretanto, o custo de viagem e a valoração contingente fogem do problema da pulverização de fontes de dados, pois permitem que os dados sejam obtidos via pesquisa direta. Neste caso, a limitação a sua aplicação depende das dificuldades logísticas envolvidas em sua obtenção, sendo preciso a estruturação de um grupo de pesquisadores de campos para garantir que se possa obter uma amostragem representativa do universo de pessoas pesquisado. Além disto, sua forma de obtenção de dados via questionários, sobretudo na valoração contingente, agrega um fator de incerteza se as informações coletadas representam efetivamente o pensamento da população alvo da pesquisa.

Conforme foi verificado, o uso conjunto de duas ou mais técnicas é possível. Esta possibilidade, geralmente pouco explorada em trabalhos de valoração, permite que uma quantidade variada de valores seja obtida, abrangendo diferentes facetas do problema estudado, podendo-se assim tentar chegar a um valor total (TEV) mais completo. Deve-se, entretanto, tomar cuidado para evitar uma dupla contagem, como no caso do uso do custo de viagem e mudanças na produtividade, afinal o custo que o turista tem durante a estadia no local equivale à produtividade das atividades econômicas voltadas ao turismo na região visitada. Além disto, neste estudo, a impossibilidade de se obter estas séries históricas, dificulta a correta avaliação dos prejuízos econômicos derivados do impacto ambiental, e sua correlação com o acidente fica seriamente prejudicada.

- **As multas**

A valoração realizada permite também que sejam discutidos os critérios utilizados para a aplicação de multas. Em Ilhabela as multas atingem um total quatro vezes maior que o máximo valorado e em São Sebastião, a multa aplicada foi cerca de dez vezes inferior ao custo efetivo do derrame e em torno de vinte vezes menor que o custo máximo estimado para o mesmo, não se observando uma relação entre o valor da multa aplicada e o custo efetivo, ou o custo valorado, do derrame estudado.

Desse modo, o uso de estudos de valoração poderia ser de utilidade para uma definição mais clara dos valores a serem cobrados nas multas aplicadas, fornecendo, em termos econômicos, uma relação mais clara de causa-efeito dos derrames sobre o meio ambiente e a comunidade permitindo assim uma melhor definição do valor das multas a serem aplicadas.

- **O efeito do derrame no turismo**

A escolha de Ilhabela, por ser uma região cuja economia foca-se principalmente na atividade turística aliada ao fato da ilha somente poder ser atingida via balsa, facilitou a obtenção de dados referentes ao fluxo de pessoas para a ilha. Caso a economia local fosse baseada em outras atividades, de forma menos concentrada, a definição dos possíveis efeitos econômicos do derrame teria sido grandemente dificultada.

Considerando-se o histórico de ocorrências de derrames na região se supôs inicialmente que a imagem turística de Ilhabela seria afetada pelo acidentes, influenciando no número de visitantes ao longo do tempo, porém o fluxo anual de turistas para a ilha vem registrando continuo aumento ao longo dos últimos anos. Entretanto estes dados cobrem apenas os anos mais recentes. O ideal seria que se pudesse observar o numero de visitantes desde alguns anos antes da inauguração do TEBAR, situação em que seria efetivamente possível verificar se o turismo alguma vez chegou a

apresentar uma tendência de redução, pelo menos em anos com uma maior ocorrência de derrames.

Apesar disto, algumas considerações podem ser feitas. Os dados mostram que a ocorrência de derrames não se reflete no número de travessias total mensal ou anual, indicando que uma alteração no número de visitantes seria de curta duração. Por outro lado a comparação dos dados sobre o fluxo de turistas na época do derrame com outras épocas (nas quais não houve derrame) (ver Figura 11), não indica a ocorrência de anormalidades na travessia da balsa. Novamente, ressalta-se que a impossibilidade de comparação com dados anteriores, não se pode verificar como os derrames afetam o comportamento dos turistas na região, podendo-se apenas concluir que no caso de estudo realizado o derrame de petróleo não afetou o turismo na Ilhabela.

- **A percepção do problema pela comunidade**

A resistência dos comerciantes e hoteleiros da região a fornecer informações necessárias para este estudo indica que a percepção que estes apresentam do problema se limita por interesses pessoais imediatos. Conforme foi verificado na execução deste trabalho, é recorrente a reclamação de redução no faturamento durante a época dos derrames, o que de fato é razoável que ocorra para as empresas ligadas ao turismo aquático, o qual fica impossibilitado de se desenvolver nestes períodos. Entretanto, de um modo geral, apurou-se que raras vezes procurou-se a obtenção de indenizações por estes prejuízos, e quando estas foram concedidas, tratou-se mais de acordo entre as partes envolvidas do que de uma decisão judicial.

Verificou-se que a pouca procura por indenizações deve-se exatamente ao mesmo fator que impediu o desenvolvimento de um estudo mais adequado neste trabalho. É necessário que aqueles que alegam terem sido afetados comprovem que de fato seu faturamento alterou-se devido à ocorrência do derrame. Os próprios envolvidos afirmaram nas entrevistas realizadas que

não poderiam buscar a indenização por não poderem realizar esta comprovação. Os motivos que impedem a divulgação das informações necessárias para que ocorram compensações pelos prejuízos sofridos somente podem ser especulados. No caso específico deste estudo foi verificado que estas informações não existem na maioria dos casos, ou então que não houve a disposição em divulgá-las por receio que pudessem ser conhecidas pela concorrência, mesmo quando informados que neste trabalho havia o interesse em divulgar apenas números gerais para o setor, e não dados referentes a estabelecimento específicos.

Quando se leva em conta às informações sobre a não variação no número de visitantes durante a ocorrência de um derrame e esta falta de interesse em buscar uma compensação financeira, conclui-se que os alegados prejuízos sofridos não são tão significativos assim dentro do faturamento mensal, ou então nem mesmo existem, tratando-se as reclamações ouvidas de apenas uma tentativa de obter um faturamento extra com base no acidente ocorrido. Esta conclusão dever ser tomada, entretanto, com cautela devendo-se lembrar que os estabelecimentos ligados diretamente a atividades envolvidas com o turismo aquático têm seu faturamento prejudicado durante o período em que as praias e a águas estão contaminadas pelo óleo.

- **As causas dos derrames**

Constatou-se que as principais causas dos acidentes no TEBAR são a falha humana no uso dos equipamentos e a falha na manutenção dos mesmos, indicando a necessidade de um treinamento mais intensivo do pessoal envolvido nas operações de descarregamento de petróleo, bem como na manutenção dos equipamentos utilizados nestas operações. Entretanto, antes que se possa criticar a Petrobras pelo modo como conduz estas questões, deve-se considerar que estas causas não são um problema apenas do TEBAR, mas refletem uma tendência mundial. É, portanto, preocupante que causas, que poderiam ser evitadas com relativa facilidade, sejam

responsáveis pela maior parte dos acidentes ocorridos, não apenas na região estudada, mas no mundo como um todo.

Além disto o TEBAR não se encontrava, na época do acidente estudado, preparado para lidar com o derrame do Vergina II, o qual foi de pequenas proporções quando comparado com outros acidentes lá ocorridos. A planilha de custos referentes ao caso em questão demonstra isto claramente, podendo-se verificar que os maiores custos deveram-se a compra e transferência emergencial de material necessário ao combate do derrame.

Mesmo que não se considere a valoração realizada, somente os custos de limpeza e recuperação de áreas atingidas representaram aproximadamente 25% do custo do derrame do Vergina II, e aproximadamente 40% dos custos com a compra e transferência de material. Questiona-se a posição do Terminal em não possuir á disposição no local os equipamentos necessários. Isto não apenas reduziria os gastos emergenciais com a aquisição de material, mas permitiria um combate mais rápido e eficiente, reduzindo os danos ambientais e seus custos para a Petrobras. É necessário ter em mente que a transferência dos equipamentos necessários certamente demanda tempo, enquanto que a velocidade de reação a um derrame no mar é fundamental para a redução dos danos causados.

- **Sobre a escolha do local de estudo**

Conforme exposto na introdução deste trabalho, a região de São Sebastião, particularmente Ilhabela, foi escolhida dentre outras razões por localizar-se no estado mais desenvolvido da União, o que se supôs facilitar a obtenção de dados. Entretanto, esta premissa demonstrou-se, em parte, incorreta. Embora existam muitos estudos realizados na região, o que permitiria uma melhor compreensão de como se comportam os derrames e seu impacto no meio ambiente, a existência das informações efetivamente necessárias para o desenvolvimento do estudo de

valoração depende principalmente da capacidade e disposição dos atores envolvidos manterem e disponibilizarem estas informações. Assumindo-se que em outros Estados uma menor quantidade de estudos acadêmicos dificulte a compreensão do problema ambiental nestas regiões, o problema básico da indisponibilidade de informações, necessárias para um estudo de valoração, provavelmente se repete, independente de onde se esteja trabalhando. Naturalmente, somente a realização de estudos semelhantes em outras regiões do país pode confirmar se estas dificuldades encontradas são intrínsecas a este tipo de estudo ou refletem um problema local.

- **As indenizações e os custos do derrame**

Não foi possível quantificar a existência de efeitos do derrame estudado sobre o turismo e a economia da Ilhabela, mesmo assim desenvolveu-se um estudo de valoração para que se pudesse estimar qual poderia ser o prejuízo econômico devido a uma provável redução no fluxo de turistas para a ilha. As estimativas dos valores obtidos (R$ 2.099.131,20 a R$ 4.933.606,20) para um feriado de cinco dias, são uma extrapolação que indica a escala de grandeza a que pode chegar o impacto na economia local, assim como nos custos da Petrobras, já que os valores das indenizações poderiam se elevar de 2,59% para 31,41% a até 52,94% do custo total do derrame.

O custo total incorrido pela Petrobras na contenção do derrames de petróleo e na reparação dos danos causados, considerada somente a economia de Ilhabela, poderia atingir o dobro do custo efetivo do derrame estudado se incluída a valoração feita. Os efeitos deste aumento de custo para a empresa, sobre sua atuação na prevenção de acidentes, somente podem ser especulados, mas muito provavelmente implicariam em uma atitude mais consciente de sua ação sobre o meio ambiente e para a comunidade em seu entorno. Ressalta-se que estes valores compreendem apenas os danos causados a Ilhabela e a inclusão dos respectivos valores referentes a São Sebastião elevaria estes valores. Nota-se ainda que este aumento dos custos do derrame de

R$ 4.606.008,81 para até R$ 9.317.487,32 poderia elevá-los a um patamar não coberto pelo seguro contra este tipo de acidentes,[31] gerando um real prejuízo financeiro para a Petrobras.

- **Conclusão final**

Os derrames que ocorreram na região nos anos recentes não foram significativamente grandes para afetar o fluxo de visitantes para a região estudada. Entretanto, o potencial de dano para o setor turístico da economia de Ilhabela foi estimado em no mínimo R$ 2.099.131,20, para um feriado de cinco dias, em uma economia que possui forte dependência da atividade turística. Este valor foi calculado apenas com o uso da técnica de mudança de produtividade, a qual é a única técnica de valoração que permite a obtenção direta do dano do derrame na econômica local. Dentre as demais técnicas, o custo viagem também permite que esta estimativa seja realizada, porém em seu uso é necessário diferenciar os custos do turista enquanto presente na ilha daqueles decorrentes de seu descolamento para o local.

Com relação à precisão da aplicação da valoração, no momento atual não é possível o desenvolvimento de um estudo de valoração que resulte em dados que forneçam mais que boas estimativas. As técnicas disponíveis permitem, na melhor possibilidade, a obtenção de apenas estimativas de parte do valor de um determinado bem, serviço ou função ambiental. O uso conjunto de várias técnicas durante um longo período permitiria que se pudesse chegar a resultados mais completos, mas ainda longe da uma valoração adequada e precisa do valor total do meio ambiente (TEV) em total a sua amplitude e significância.

A valoração econômica, a partir da abordagem neoclássica, é limitada em sua base teórica pela rígida tentativa de desenvolvimento de uma teoria baseada exclusivamente na economia,

---

[31] Para uma discussão sobre os seguros ambientais vide o Apêndice E.

ignorando a contribuição que pode ser dada pelas outras áreas do conhecimento. Por outro lado, a valoração é limitada na prática, seja pela abordagem neoclássica ou da economia ecológica, pela absoluta limitação do conhecimento atual sobre o funcionamento dos sistemas naturais e também de suas inter-relações com o sistema econômico.

- **Considerações para trabalhos futuros**

Propõe-se para o futuro a realização de um estudo completo de custo de viagem seria recomendável para se verificar mais precisamente os valores aqui obtidos, podendo ser utilizados para complementar os valores obtidos nas técnicas anteriores, e validar as estimativas de gastos utilizadas na avaliação de mudança de produtividade. Além disto, considera-se que seria importante que o desenvolvimento de um estudo de custo de viagem, ou mesmo de valoração contingente, fosse realizado repetidas vezes, antes, durante e após a ocorrência de derrames para que se verifique a influência destes na percepção que os turistas têm da região, da presença do terminal e do risco da ocorrência de derrames na região. Isto poderia contribuir para a compreensão dos fatores responsáveis pela não influência dos derrames no número de visitantes da região ao longo dos anos.

Referências Bibliográficas

AL-MUZAINI, S & JACOB, P. G. An assesment of toxic metals content in the marine sediments of the shuaiba industrial area, Kuwait, After the oil spill during the gulf war. *Water science technology* . v.34. n.7-8, p.203-210, 1996.

ALFSEN, K. H, et at. the cost of soil erosion in Nicaragua. *Ecological Economics*. v.16, p.129-145, 1996.

ALP, E. et al., *Application of benefit transfer with contingent valuation method to the root river watershed*. Institute for Urban Environmental Risk Management Technical Report. n.12. 2002. 81p.

AHLHEIM, M. Contingent valuation and the budget constrain. *Ecological Economics*. v.27, p.205-211, 1998.

ALEXANDER, A. M et al., A method for valuing global ecosystem services. *Ecological Economics*. v.27, p.161-170, 1998.

AMARAL, A. C. Z., STEINER, T. M. & MORGADO, E. H. *Coletânea bibliográfica, artigos, livros, teses, resumos e relatórios referentes ao canal de São Sebastião (São Sebastião, SP, Programa fauna de praia*, UNICAMP, 1996, 56 p.

AMAZONAS, M. C. *Economia do meio ambiente: Uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionista e institucionalistas*. Campinas. 1994. Dissertação, UNICAMP.

ANDERSON, J. W. An assessment of knowledge concerning the fate and effects of petroleum hydrocarbons in the marine environment. In: *Marine pollution: Functional responses*, Academic press.1979. p.3-21.

ANDERSON, J; VADNJAL, D & UHLIN, H. E. Moral Dimensions of the WTA-WTP cisparity: An experimental examination. *Ecological Economics*. v.32, p.153-162, 2000.

ARROW, K et al., Economic groowth, carrying capacity, and the environment. *Science*. v.268, p.520-521, 1995.

API - American Petroleum Institute. *Fate of spilled oil in marine waters*, Health and environmental sciences dept. n.4691, 1999. 57p.

API - American Petroleum Institute. *A decision-maker's guide to dispersantes*, Health and environmental sciences dept., 4692, 1999. 50p.

BARBIER, E.B. et al., *Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners*. Ramsar Convention Bureau. Gland, Switzerland. 1997. 143p.

BARBIER, E. B. Valuing the environment as input: Review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological Economics*. v.35, p.47-61, 2000.

BATEMAN, I.J. et al., *Benefits transfer in theory and practice: A review and some new studies*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment. University of East Anglia. 2000. 132p. http://www.uea.ac.uk/~e089/

BELLI, P. et al., Handbook on economic *analysis of investment operations*. World Bank. 1998. 209p.

BINGHAM, G. et al., Issues in ecosystem valuation: Improving enformation for decision making. *Ecological Economics*. v.14, p.73-90, 1995.

BRITO, O. E. A. O Impacto ambiental dos programas energéticos. *Revista Brasileira de Tecnologia*. v.12. n.1, p.3-8, 1981.

BRODY, M. S. & Kealy, M. J. In: Ecological Economics special edition: Issues in ecosystem valuation improving information for decision making. *Ecological Economics*. v.14. n.2, p.67-70, 1995.

BROWER, M. Cool energy: Renewable solutions to environmental problems. EUA, Mit Press, 1991.215p.

BROWN, M.T. & ULGIATI, S. Emergy evaluation of natural capital and biosphere services. *AMBIO*. v.28. n.6, p.1-25.1999.

BROWN, M.T. & BURANAKARN, V. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. Resources, Conservation and Recycling. n.38. pp.1-22. 2003.

BONNIEUX, f. & RAINELLI. P. *lost recreation and amenities: the erika spill perspectives. inra*. 2003. 22p. www.rennes.inra.fr/economie/pdf/stjacques.pdf

BOXALL, P. C. et al., a Comparision of Stated Preference Methods in Environmental Valuation. Ecological Economics. v.18, p.243-253, 1996.

CAMPBELL, L. M. Ecotourism in rural developing communities. *Annals of Tourism Research*. v.26. n.3, p.534-553, 1999.

CARMONA, S.L., GHERARDI, D.F.M. & TESSLER, M.G. Dados de sensoriamento remoto e de geoprocessamento para apoio aos planos de contingência durante eventos de derramamentos de óleo em regiões costeiras: O caso do litoral norte do estado de São Paulo. *Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Belo Horizonte. Brasil. p. 431-438. 05 -10 Abril 2003. Inpe.

CARSON, T.R. et al., *Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez*. Discussion Paper QE94-18, Resources for the Future, Washington, D.C. 1995. 63p

CETESB.1996. Dinâmica dos vazamentos de óleo no canal de São Sebastião. Relatório Técnico, São Paulo, Cetesb, Vol.1, 41p+Anexos; Vol.2, 249p.

CHATRE, S. et al., Bacterial consortia for crude oil spill remediation. *Water Science Technology*. v.34. n.10, p.187-193, 1996.

CLARK, J., BURGUESS, J. & HarriSon, C. M. ‘‘I struggled with this money business’’: Respondents’ perspectives on contingent valuation. *Ecological Economics*. v.33, p.45-62, 2000.

COIMBRA, J. A. A., *O outro lado do meio ambiente*. Cetesb, São Paulo, 1985, 148p.

COMUNE, A. E. Contabilização econômica do meio ambiente: Uma visão geral. In: *Contabilização econômica do meio ambiente. Elementos metodológicos e ensaios de aplicação no estado de São Paulo*. Secretaria do Meio ambiente, SP. Série Seminários e Debates, 1992, 111p.

CONSTANTINOU, C. International oil market- New directions. *National Research for um*. v.14. n.4, p.280-285, 1990.

COSTANZA, R. What is ecological economics?. *Ecological Economics*. v.1, p.1-7, 1989.

CROSS, F. B. Facts and values in risk assessment. *Reliability Engineering and System Safety*. v.59, p.27-40, 1998.

DA MOTTA, R. S. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais.* 1997. http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/publica/mvalora/.

DE GROOT, R. S. *Functions of nature. Evaluation of nature in environmental planning management and decision making*. 1.ed., Netherlands, Wolters-Noordhoff Pub. 1992. 314p.

DHARMARATNE, G.S. & Strand, I. *Approach and methodology for natural resources and environmental valuation.* 2003. http://www.cpacc.org/download/ valuation.pdf

DIETER, M. P., the Effects of petroleum hydrocarbons on aquatic birds. In: *Symposium on sources, effects & sinks of hydrocarbons in the aquatic environment*, The American Univ. Washington DC, 1976, p.438-446.

DIXON, J. A. & SHERMAN, P. B. *Economics of protected areas: A new look at benefits and costs.* Earthscan Pub.1990, 235p.

DIXON, J. A. et al., A. *Economics analisys of environmental impacts.* Earthscan Pub.1996, 210p.

DOUGLAS, A. J. & TAYLOR, J. G. A new model for the travel cost method: The total expenses approach. *Environmental Modeling & Software*. v.14, p.81-92,1999.

DRUCKER, A. G., GOMEZ,V. & ANDERSON,S. The economic valuation of farm animal genetic resources: a Survey of available Methods. *Ecological Economics*. v.36, p.1-18, 2001.

EAGLE,J. G. & BETTER, D. R. The endagered species act and economic values: A comparison of fines and contigent valuation studies. *Ecological Economics*. v.26, p.165-171, 1998.

ENGLAND, R. W. Natural capital and the teory of economic growth. *Ecological Economics*. v.34, p.425-431, 2000.

FARBER, S. & BRADLEY, D., *Ecological Economics*. Ecological stewardship workshop. Dezembro 4-15, 1995. http://www.fs.fed.us/eco/workshop.htm

FORAY, D & GRÜBLER, A. Technology and the environment: An overview. *Technology for um and Social Change*. v.53, p.3-13, 1996.

GCI, *Gerenciamento Costeiro Integrado*, Editorial. v.2, p.2, 2003

GENOFRE, G. C. et al.. Tolerância de Petrolisthes armatus (Crustacea, Decapoda, Anomura) à exposição ao petróleo em diferentes salinidades. In: *Congresso Brasileiro de Zoologia*, Salvador, UFBA, 1991, p.129.

GEORGESCU-ROEGEN, N. *Energy and economic myths*. Southern Economic Journal. v.41. n.3. http://dieoff.org/

GERACI, J. R. & SMITH T. G., Behavior and pathology of seals exposed to crude oil. In: *Symposium on sources, effects & sinks of hydrocarbons in the aquatic environment*, The American Univ., Washington DC.1976, pp 447-462.

GILBERT, A. J. & JANSSEN, R. Use of environmental functions to communicate the values of a mangrove ecosystem under different management regimes. *Ecological Economics*. v.25, p.323-246, 1998.

GILPIN, A. *Environmental impac assessment (Eia): Cutting edge for the twenty-first century*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1996, 182p

GOODLAND, R. Environmental sustainability and the power sector, part 1: The concept of sustainability. *Impact assessment*. v.12, p.275-303,1994.

GOTTINGER, H. W. Monitoring pollution accidents, *European Journal of Operational Research*. v.104, p.18-30, 1998.

GUERIN, K. *Property rights and environmental policy: A New Zealand perspective*. New Zealand Treasury working paper. 2003. http://ww.treasury.govt.nz/workingpapers/2003/twp03-02.pdf

GUO, Z. et al., Ecosystem functions, services and their values – A casestudy in Xingshan county of China. *Ecological Economics*. v.38, p.141-154, 2001.

HADAD, S. & DONES, R. Comparative health and environmental risks for various energy sources. *IAEA Bulletin*. v.3, p.14-19, 1991.

HANNON, B. Ecological pricing and economic efficiency. *Ecological Economics*. v.36, p.19-30, 2001.

HARBORTH, Hans-Jürgen. the debate about sustainable development: Starting point for an environmental-oriented international development policy?. *Ecological Ecomonics*. v.14, p.7-31, 1991.

HARDARSON, M. & Hardarson P. *The Economic Value of the Environment*. 2000. http://www.norden.org/pub/miljo/miljo/sk/2001-581.pdf

HARDIN, G. the Tragedy of the commons. *Science*. v.162, p.1243-1248, 1968.

HARRISON, G.W. *Contingent valuation meets the experts: A critique of the NOAA panel report*. NOAA. 2001. 20p

HEILBRONER, R.L. *A História do pensamento econômico*. Editora Nova Cultural Ltda. São Paulo. 1996. 319p.

HUETING, R. et al., The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics*. v.25, p.31-35, 1998.

HYLAND, J. L. & SCHNEIDER, E. D. Petroleum hydrocarbons and their effects on marine organism, populations, communities, and ecosystems. In: *Symposium on sources, effects & sinks of hydrocarbons in the aquatic environment*, The American Univ. Washington DC.1976, p.464-506.

IOPC. 2001a. *1992 Conventions on liability and compensation of oil damage*. Iopc Fund. http://www.iopcfund.org/publications.htm

IOPC. 2001b. *Explanatory note prepared by the 1992 fund secretariat*. Iopc Fund. http://www.iopcfund.org/publications.htm

IPIECA. 2000. *Oil spill compensation: A guide to the international conventions on liability and compensation for oil pollution damage*. Joint Ipieca/Itopf Briefing Paper. http://www.ipieca.org/intro/publications.html

ITOPF. 2001. *Status of the civil liability and fund conventions at 1 September 2001*. http://www.itopf.com

JORGENSEN, B. S., WILSON, M. A. & HEBERLEIN. T. A. Fairness in the contingent valuation of environmental public good: Attitude toward paying for environmental improvements at two levels of scope. *Ecological Economics*. v.36, p.133-148, 2001.

KABERG, T. & Mansson, B. Entropy and economic processes — Physics perspectives. *Ecological Economics*. v.36, p.165-179, 2001.

KEIL, T. 2003. *Substitution or technical progress: A production theoretic perspective on the sustainability debate*. http://linux.feem.it/gnee/libr.html

KEMP, R. & Soete, L. The greening of technological progress: An evolutionary perspective. *Futures*, p.437-457, 1992.

KENKEL, D. On valuing morbidity, cost-effectiveness analysis, and being rude. *Journal of Health Economics*. v.16, p.749-757,1994.

KOTCHEN, M. J. & REILING, S. D. Environmental attitudes, motivations, and contingent valuation of nonuse values: A case study involving endangered species. *Ecological Economics*. v.32, p.93-107, 2000.

KROHN, M. M. et al., Analyses for petroleum-related contaminants in marine fish and sediments gollowing the gulf oil spill. *Marine Pollution Bulletin*. v.27, p.285-292, 1993.

KUCHLER, F. & GOLAN, E. Assigning values to life: Comparing methods for valuing health risks. US Dept. of agriculture. *Agricultural Economic Report*.n.784. 1999. 72p.

KULA, E. *Economics of natural resources, the environment and policies*.2a. Ed., Chapman & Hall ed.1994, 377p.

LEWIS, T. R. & SAPPINGTON, D. E. M. Using markets to allocate pollution permits and other scarce resource rights under limited information. *Journal of Public Economics*. v.57, p.431-455, 1995.

LIPTON, D.W., WELLMAN, I.C.K. & WEIHER, R.F. *Economic valuation of natural resources-A handbook for coastal resources policymarkers*. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series. n.5. 131p.

LOHANI, B., J.W. et al., *Environmental impact assessment for developing countries in asia. Volume 1 - an overview.* Asian Development Bank. 1997. 356 p.

LOOMIS, J. et al., Paired comparison estimates of willingness to accept versus contingent valuation estimates of willingness to pay. *Journal of Economic Behavior & Organization*. v.35. p.501-515, 1998.

LOOMIS, J. et al., Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: Results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*. v.33, p.103-117, 2000.

LOPES, C. F. et al., *Efeitos ecológicos do derrame de óleo Penélope e da limpeza por jateamento a baixa-pressão nos costões rochosos da praia do Viana*. Relatório Técnico, Cetesb, São Paulo, 1992, 14p.

LOPES, C. F. MILANELLI, J. C. C. & JOHNSCHER-FORNASARO, G. *Plano de monitoramento para avaliação de danos por petróleo em comunidades de costões rochosos*. Relatório Técnico, Cetesb, São Paulo, 1993, 25 p.

LOVEJOY, D. Are There limits to growth? The need for a transition to solar based economy. *National Research for um*. v.20. n.1, p.73-78, 1996.

LOVETT, A. & BATEMAN, I. Economic analysis of environmental preferences: Progress and prospects. *Computers, Environment and Urban Systems*. v.25, p.131-139, 2001.

LYONS, B. P., HARVEY, J. S. & PARRY, J. M. An initial assessment of the genotoxic impact of the Sea Empress oil spill by the measurement of DNA adduct levels in the intertidal teleost Lipophrys Pholis. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis.* v.390, p.263-268, 1997.

MARKOWSKA, A. & ZYLICZ, T. Costing a international public good: The case of the Baltic Sea. Ecological Economics. v.30, p.301-316, 1999.

MARKOWSKI, M. *Benefits transfer of children's health values*. National Center for Environmental Economics. U.S. Environmental Protection Agency. Working paper n.02-10. 2002. 27p. http://www.epa.gov/economics

MARSHALL, A. *Princípios de economia:Tratado introdutório, Volume I.* Editora Nova Cultural Ltda. São Paulo. 1996. 368p.

MARTINS, L. A. M. Política e administração da exploração e produção de petróleo. Cetem/Cnpq. Rio De Janeiro, 1997, 127p.

MARX, L. Technology: The emergence of a hazardous concept.(Technology and the Rest of Culture). Social Research. v.64. n.3. p.965-989, 1997.

MEDEIROS, P. M. Avaliação da origem de hidrocarbonetos em sedimentos marinhos de Santos e São Sebastião utilizando-se hidrocarbonetos marcadores geoquímicos. São Paulo, 2000. 102p. Dissertação. USP

MIKESELL, R. F. Sustainable development and mineral resources. *Resources Policy*. v.20. n.2, p.83-86, 1994.

MILANELLI, J. C. C. *Efeitos do petróleo e da limpeza por jateamento em um costão rochoso da praia de Barequeçaba, São Sebastião*, SP. São Paulo, 1994, vI.103p, vII.52p. Dissertação. USP.

MORIOKA, T., FUJITA, T. & NOBORU, Y. Performance and shortcomings of typical environmental pollution control programs for automobile traffic in Kobe city and surrounding areas. Social cost evaluation of noise pollution by hedonic price pethod. ; *The Science of Total Environment*. v.189/190, p.99-105, 1996.

MOTA, J.A. *O valor da natureza*. Garamond universitária, Rio de Janeiro, 2001, 200p.

NEIVA, J. *Conhecendo o petróleo e outras fontes de energia*. Ao Livro Técnico, São Paulo, 1983, 328p.

NIJKAMP, P & VAN DEN BERGH, J. C. J. M. New advences in economic modelling and evaluation of environmental issues. *European Journal of Operational Research*. v.99, p.180-196, 1997.

NOGUEIRA, J. M. & MEDEIROS, M. A. A. *Valoração econômica do meio ambiente: Aspectos teóricos e operacionais*. 50a Reunião anual SBPC.1998, 30p.

NORGAARD, R. B. & BODE, C. Next, the value of God, and other reactions. *Ecological Economics*. v.25, p.37-39, 1998.

NUNES, P.A.L.D; VAN DEN BERGH, J.C.J.M & NIJKAMP, P. *Ecological–economic analysis and valuation of biodiversity.* Tinbergen Institute Discussion Paper. 2000. 36p.

O'HARA. Discursive ethics in ecosystem valuation and environmentel policy. *Ecological Economics*. v.16, p.95-107, 1996.

O'RIORDAN, T & CAMERON, J. *Interpreting the precautionay principle*. Earthscan Publications Ltd.1994. 320p

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1986, 434 p.

ODUM, H. T. *Ecological and general systems: An introduction to systems ecology*. Univ. Press of Colorado.1994, 643p.

ODUM, H. T. Environmental accounting: Emergy and environmental decision making. John Wiley & Sons.1996, 370p.

ODUM, H.T. & Brown, M.T. *Folio #1, Handbook of Emergy Evaluation*. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 2000. 30 pp.

Odum, H.T. Engenharia Ecológica: Uma metodologia para a Agricultura Sustentável. In: Ortega, E, org. Engenharia ecológica *e agricultura sustentável: Uma introdução à metodologia emergética*. 2003. 315p. http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/

OFIARA, D. D. Assesment of economic losses from marine pollution: An introduction to economic principles and methods. *Marine Pollution Bulletin*. v.42. n.9, p.709-725, 2001.

OTTINGER, R. L. Energy and environmental challenges for developed and developing countries. *National Resources for um*.16(1):11-17.1992.

PATTERSON, M. Commesuration and theories of value in ecological economics. *Ecological Economics*. v.25, p.105-125, 1998.

PEARCE, D. Economics, equity and sustainable development. *Futures*. v.20. n.6, p.598-606, 1988.

PEARCE, D. W. & TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire, UK, 1990, 377p.

PENDLETON, L. Reconsidering the hedonic vs. rum debate in the valuation of recreational environmental amenities. *Resource and Energy Economics*. v.21, p.167-189, 1999.

PESO-AGUIAR, M. C., 1995, <u>Macoma constricta</u> *(Bruguière, 1792)(Bivalva-Tellinidae) como biomonitor da presença crônica do petróleo na baía de todos os santos (BA)*. São Carlos, 1995, 161p. Tese. Universidade Federal De São Carlos.

PETROBRÁS, *Planilha de custos do derrame do Vergina II*, Comunicação Interna.

PMSS, Prefeitura Municipal de São Sebastião, 2003, *Informações gerais*, http://www.saosebastiao.sp.gov.br

POLETTE, M. *Planície de Perequê / Ilha de São Sebastião – SP: Diagnóstico e planejamento ambiental costeiro*. São Carlos,, 1993, 215p. Dissertação. Universidade Federal De São Carlos.

REES, W.E. Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicators of Sustainability. 1994. http://www.dieof.org

REES, W. E. How should a parasite value its host?. *Ecological Economics*. v.25, p.49-52, 1998.

REIS, J. C. *Environmental control in petroleum engineering*. EUA, Gulf. Publ. Co., 1996, 284p.

REIS, J.L.M. *ISO 14000: Gerenciamento ambienal: Um novo desafio para a sua competitividade*. Qualitymark editora. 1996. 200p.

RING, I. Evolutionary strategies in environmental policy. *Ecological Economics*. v.23, p.237-249, 1997.

RÖNNBÄCK, P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics*. v.29, p.235-252, 1999

RÖNNBÄCK, P & PRIMAVERA, J. H. Illuminating the need for ecological knowledge in economic valuation of mangroves under different management regimes— A critique. *Agricultural Economics*. v.35, p.135-141, 2000.

ROWLAND, A. P.et al., Effects of beach sand properties, temperature and rainfall on the degradation rate of oil in buried oil/sand mixtures. *Environmental Pollution*,v.109, p.109-118, 2000.

RUELLE, D. *Acaso e Caos*. Editora da UNESP. SãoPaulo. 1993.224p.

SAFONOV, P. et al., Systems Modeling of Brazilian Sustainability with Emergy Flows Diagrams. In: Philippe Crabbé, ed. *Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health*. Kluwer, NATO Science Series, Environmental Security. 2000. 4p

SCHLEINIGER, R. Comprehensive cost-effectiveness analysis of measures to reduce nitrogen emissions in Switzerland. *Ecological Economics*. v.30, p.147-159, 1999.

SETTI, L. et al., Enhanced degradation of hevy oil in an aqueous system by a Pseudomonas sp. in the presence of natural and syntethic sobents. *Bioresearch. Techology*. v.67, p.191-199, 1999.

SEITINGES, P. ; BAUMGARTENER, A. & SCHINDLBOUES, H. The behaviour of oil spill in soil and groundwater. *Natural Resources and Development*. v.40, p.69-84, 1994.

SHIELDS, D. J. Nonrenewable resources in economic, social, and environmental sustaibability. *Nonrenewable Resouces*. v.7. n.4, p.215-261, 1998.

SILVA, G. H. et al., Considerações sobre avaliação e valoração monetária de danos ambientais. *Boletim Técnico Petrobras*. v.39. n.1/4, p.27-39, 1996.

SKEA, J. Energy and environment. *Physics Education*. v.1, pp1-11, 1992.

SMITH. v.K., Time and valuation of environmental resources. Resources for the Future Discussion Paper 98-07, *Resources for the Future*. 1997. 32pp

SPASH, C. & HANLEY, N. Preferences, information and biodiversity preservation. *Ecological Modeling*. v.12, p.191-208, 1995.

SPURGEON, J. The socio-economic costs and benefits of coastal habitat rehabilitation and creation. *Marine Pollution Bulletin*, 37(8-12):373-382.1998

SVEDIN, U. Economic and ecological theory: Diferences and similarities. In: *Economics of ecossystem management.* Holanda, W. Junk Publ., 1985, 31-39.

SZRAMKA, W. Waste oil collecting, analysis and recycling oil manufacture. *Natural Resources and Development*. v.41, p.22-35, 1995.

TEAL, J. M et al., The West Falmounth oil spill after 20 years: Fate of fuel oil compounds and effects on animals. *Marine Pollution Bulletin*. v.24. n.12, p.607-614, 1992.

TELLES, P. C. S. Antecedentes das histórias do petróleo e das fontes alternativas de energia no Brasil. *Boletim Técnico da Petrobras*. v.29. n.3, p.253-258, 1986.

TENNER, E. *A Vingança da tecnologia*. Editora Campus. Rio de Janeiro. 1997. 474p.

TERRELL. T.D. Property Rights and Externality: The Ethics of the Austrian School. *Journal of Markets & Morality*. v.2. n.2. p.197-207. 1999.

TISDELL, C. *Environmental economics: Policies for environmental management and sustainable development*. Edward Elgar Ed.1997, 259p.

TOLMASQUIM, M. T. (Coord). *Metodologias de valoração de danos ambientais causados pelo setor elétrico*. Rio De Janeiro, UFRJ, COPPE, 2000, 272p.

TORRAS, M. The total economic value of amazonian deforestation, 1978-1993. *Ecological Economics*. v.33,p.283-297, 2000.

TURNER, R. K; SUBAK, S. ; & ADGER, W. N. Pressures, trends and impacts in costal zones: Interactions between socioeconomic and natural systems. *Evironmental Management*. v.20. n.2, p.159-173, 1996.

TURNER, R. K; ADGER, W. N. & BOUWER, R. Ecosystem services value, research needs, and policy relevance: a commentary. *Ecological Economics*. v.25, p.61-65, 1998.

TURNER, R. K; ADGER, W. N. ; CROOKS, S. ; Lorenzoni, I. & Ledoux,L. Sustainable coastal resources management: Principles and practice. *Natural Resources for um*. v.23, p.275-286,1999.

TYRVÄINEN, L. The Amenity value of the urban forest: An application of the hedonic pricing method. *Landscape and Urban Planing*. v.37, p.211-222, 1997.

VAN DER STRAATEN, J. The Economic value of nature. In: H. Briassoulis and J. Van Der Straaten (Eds), *Tourism and the environment*, Second Revised Edition, Kluwers Academic Publishers, Dordrecht, 2000, p.123-132.

WARD, P. O. *Fim da evolução: Extinções em massa e a preservação da biodiversidade*. Editora Campus, 1997. 323p.

WEBER, M & ADAMOWICZ, W. *Decentralized Instruments for Conservation of Biological Diversity: An Economic Approach to Cumulative Effects Management*. Sustainable Forest Management Network Working Paper, University of Alberta. 2001. 25p.

WIENS, B. & Parker, K. R., Analyzing the effects of accidental environmental impacts: Approaches and assumptions, *Ecological Applications*. v.5. n.4, p.1069-1083, 1995

WILLIAMS, B. Environmental related issues taking their turn in restructuring industry. *Oil. & Gas. Journal*. v.22, p.14-18, 1990.

WORLD BANK TECHNICAL PAPER. *Environmental assessment sourcebook volume III: Guideline for environmental assesment of energy and industry projects*. the World Bank, Whashington, DC.1991, 237p.

Apêndices

Durante o desenvolvimento deste trabalho muitos conceitos necessários para uma melhor compreensão do tema tratado foram apresentados. Visando evitar que a leitura texto fosse truncada com as explicações, optou-se por agrupá-las neste apêndice, permitindo também um acesso mais rápido as mesmas pelo leitor.

Apêndice A. O mercado perfeito

Adam Smith propôs que o funcionamento perfeito do mercado ocorreria em um ambiente de livre concorrência, no qual grupos de indivíduos com interesses similares gerariam uma competição que afetaria a forma como os produtos manufaturados são colocados no mercado, em função da quantidade, qualidade e preço que a sociedade deseja para determinado bem. Para ele, a competição entre os diversos atores do mercado atuaria como um mecanismo regulador de preços, da produção e da distribuição de renda, permitindo que o mercado se auto-regule (HEILBRONER, 1996).

O preço seria regulado pela competição entre os produtores e fornecedores. O aumento de preços por parte de um deles faria com que seu produto perdesse a competitividade, sendo eventualmente obrigado a reduzir seu preço para um patamar compatível com o praticado no mercado. Por outro lado, o aumento conjunto dos preços de produto A, por parte de seus produtores, permitiria a expansão do mercado de um produto B, diferente e mais barato, prejudicando o mercado do produto A.

A produção é controlada pelos interesses da sociedade que decide em dado momento que tipo de produto deseja, direcionando a produção para este produto. O aumento da demanda por um produto B causa o aumento de suas vendas e preço e a redução das vendas e preço do produto A. Para Smith a conseqüência é o direcionamento de trabalhadores para a indústria do produto B, buscando maiores rendimentos em um setor emergente, resultando em seu aumento da produção e oferta e finalmente a redução de seus preços. Deste modo os preços do produto A tenderiam a subir devido à queda na produção e ao esgotamento dos estoques. Deste modo a atuação da sociedade permitiria que a distribuição de produtos e seus preços fosse regulada.

A distribuição de renda também seria regulada pelo mercado pois como aumento dos lucros na atividade ligada ao produto B faria com que a mão de obra se deslocasse para esta atividade, aumentando a oferta deste tipo de produto e a competição entre diferentes fornecedores eventualmente normalizaria seus preços.

Smith, deste modo, mostrou que, em sua época, o mercado poderia funcionar perfeitamente sem a interferência do governo, pois somente a competição seria suficiente para regular quaisquer imperfeições que por ventura ocorressem no funcionamento do mercado (HEILBRONER, 1996).

Apêndice B. Instrumentos econômicos de internalização das externalidades

A taxas são mecanismos diretos de internalização dos custos das externalidades, sendo impostos pelo Estado com base em normas definidas pela legislação. Podem assumir a características de taxas, como o valor pago para cobrir os custos do Estado com o tratamento de esgoto ou os custos burocráticos de gerenciamento do controle ambiental exercido por ele. Podem apresentar-se também na forma de multas, aplicadas ao poluidor ou de impostos sobre o produto, visando internalizar as externalidades de sua produção e consumo (MOTA, 2001)

As licenças permitem a criação de um mercado artificial no qual são negociados os direitos a causar danos ambientais. Sua forma mais comum são as licenças de poluição, as quais consistem na distribuição, pelo Estado, de cotas que permitem às empresas poluir até determinado nível. Empresas capazes de reduzir seus níveis de poluição podem vender suas cotas excedentes àquelas que não tem as mesmas condições de se manter abaixo dos níveis determinados Isto faz com que as grandes empresas reduzam suas emissões e as pequenas possam manter ou até aumentar a sua, dependendo do valor e da quantidade de cotas que estas comprem. Outra forma de licenças são os seguros ambientais que permitem que a recuperação de um dano ambiental seja indenizada, permitindo que a empresa suporte os prejuízos advindos dos custos do dano causado. Um exemplo de seguros ambientais é tratado no Apêndice E, o qual aborda especificamente os seguros do setor de transporte de petróleo (LEWIS et al., 1995).

Os subsídios são fornecidos pelo Estado visando estimular a redução da poluição permitindo que as empresas invistam na melhoria de seus processos produtivos, ou em tecnologias de "fim de tubo",[32] sem que isto resulte em um aumento proibitivo de custos.

Apêndice C. Mercados hipotéticos

Quando um determinado bem não possui uma definição de preço no mercado, como é o caso de muitos recursos e serviços ambientais, é preciso criar um mercado hipotético para ele. Este mercado é obtido pela abordagem direta dos consumidores, na qual se busca verificar o quanto eles estão dispostos a pagar pelo bem avaliado. Isto permite a definição artificial de um preço hipotético para o recurso ambiental, indicando a importância atribuída a ele pelas pessoas.

---

[32] Tecnologias "fim de tubo" são aquelas que visam reduzir a poluição pelo controle e tratamento das emissões.

Apêndice D. Curva de demanda

A curva de demanda pode ser entendida como a relação entre o preço de determinado bem e a quantidade de pessoas dispostas, ou que podem, adquiri-lo em um determinado período e é afetada pela renda e pela substituição. A variação na renda faz com que a pessoa possa ter um acesso mais, ou menos, freqüente, ao bem considerado. A existência de bem substitutos, por exemplo, a criação de um parque mais próximo de sua residência que o originalmente visitado, abre o leque de escolhas que podem ser feitas. Ambos a renda e substituição atuam conjuntamente afetando a curva de demanda por determinado bem e também se influenciam mutuamente.

Um exemplo de curva de demanda utilizada em um estudo de custo de viagem está apresentado na Figura 12. Esta curva considera a quantidade de visitas feita a determinado local em função dos custos de visitação. Observa-se que quanto menor for este custo, mais vezes as pessoas irão passear na área em questão

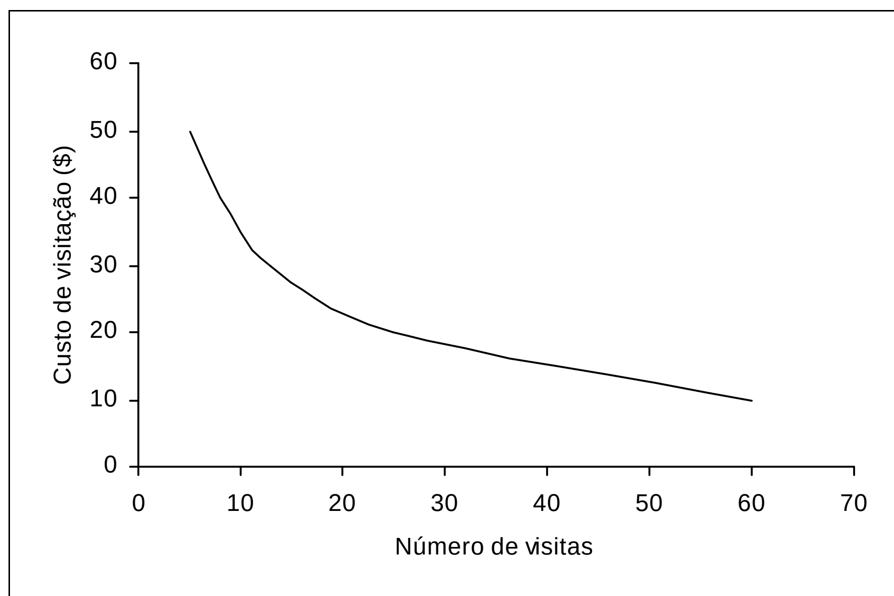


Figura 12: Exemplo de curva de demanda para um estudo de custo de viagem

No caso do estudo de custo de viagem, assume-se que estes custos aumentam de acordo com a distancia que o visitante deve percorrer de modo que pessoas oriundas de locais mais distantes tendem a visitar o local estudado com menor freqüência. Agrupando-se os visitantes em função de seu local de origem, e extrapolando-se o número de pessoas entrevistadas para a população total de seus municípios de partida, obtém-se a curva de demanda agregada, representando a demanda das diferentes regiões pelo recurso estudado.

Apêndice E. Compensações Econômicas Por Derrames de Petróleo

Alem dos danos ambientais causados, os derrames também são responsáveis por prejuízos econômicos para a empresa causadora do acidente e na forma de externalidades, afetando pessoas que dependem do meio marinho para sua subsistência. A necessidade da definição das responsabilidades financeira por um derrame surgiu inicialmente após o acidente em 1967 com o

petroleiro "Torrey Canyon" na costa das Scilly Islands, Inglaterra, o qual derramou 119.000 toneladas de óleo. Estas responsabilidades foram inicialmente definidas na forma de acordos voluntários desenvolvidos pela indústria petrolífera os quais foram posteriormente complementados por convenções internacionais que definem as responsabilidades, os valores e o âmbito das compensações financeiras (IPIECA/ITOPF, 2000). As mais importantes destas convenções são a Civil Liability Covention (CLC) e a Fund Convention, desenvolvidas em 1969 e 1971 respectivamente e ratificadas pela maioria dos países que atuam no transporte de petróleo. Após sua criação, coube a "International Maritime Organization" (IMO) organizá-las dentro dos critérios definidos na Tabela 20.

Tabela 20: Critérios de implementação da CLC e da "Fund Covention"

	Quem é responsabilizado?	Quem paga?	Valor Máximo (Milhões de dólares)
CLC - 1969	O proprietário do navio	P&I Club	18.15
"Fund Convention" - 1971		Fundo de compensação	77.5

Modificado de IOPC Fund, 2001b.

Em 1992 novos protocolos expandiram os limites de compensação e o âmbito das convenções, sendo então conhecidas como "1992 CLC" e "1992 Fund Convention" (Tabela 21). Deve-se notar que estas convenções definem que a responsabilidade pelo pagamento das compensações cabe exclusivamente ao proprietário do navio acidentado, ficando o proprietário da carga de óleo e/ou a empresa que fretou o navio livre de qualquer responsabilidade (IOPC, 2001a). Para que as compensações possam ser pagas, os membros da CLC devem possuir algum tipo de seguro para navios com capacidade superior a 2.000 toneladas de óleo. Estes seguros geralmente são feitos junto aos "Protection and Indemnity Associations" (ou "P&I Clubs"), associações internacionais que visam fornecer seguro financeiro para operações de petroleiros, dentre os quais derrames de petróleo. Quando da ocorrência de um acidente, um detalhado relatório de gastos é enviado pelo responsável pelo acidente para o "P&I Club" e valor gasto é

ressarcido pelo seguro, com base nos limites definidos pela convenção a que o responsável é signatário.

Tabela 21: Diferenças entre os valores pagos pela CLC de 1969 e 1992 e pela Fund Convention de 1971 e 1992.

1969 CLC	1992 CLC	1971 "Fund Convention"	1992 "Fund Convention"
US$ 18,15 milhões	Até US$ 84 milhões, em função da tonelagem bruta do navio.	Até US$ 77,5 milhões, incluindo o valor pago pela CLC.	Até US$ 189 milhões, incluindo o valor pago pela CLC.

Modificado de IOPC Fund, 2001b.

As convenções funcionam em dois níveis, ou etapas, diferentes. No Nível 1 de Compensação – CLC, a compensação pelos danos causados é feita pelo dono do navio e por seu P&I Club, os quais devem cobrir os danos causados dentro do mar territorial ou a Zona de Exclusividade Econômica (ZEE) do país afetado. Neste nível os valores pagos ao proprietário do navio por seu "P&I Club", são limitados à tonelagem bruta do navio que causou o acidente (Tabela 22). Caso seja definido legalmente que o dano foi causado intencionalmente ou por irresponsabilidade, esta limitação pode ser retirada, arcando o proprietário do navio com maiores valores de compensação.

Tabela 22: Valores máximos de compensação em função da tonelagem do navio acidentado

Tonelagem Bruta	1992 CLC	1992 "Fund Convention"
5.000	US$ 4.200.000,00	US$ 189.000.000,00
25.000	US$ 16.000.000,00	US$ 189.000.000,00
50.000	US$ 31.000.000,00	US$ 189.000.000,00
100.000	US$ 60.000.000,00	US$ 189.000.000,00
140.000	US$ 84.000.000,00	US$ 189.000.000,00

Fonte: IPIECA/ITOPF, 2000.

O Nível 2 de Compensação – “Fund Convention” o fundo de compensação definido pela “Fund Covention” é administrado pela “International Oil Pollution Compensation Fund”. Este fundo foi definido para ser utilizado quando os valores das compensações a serem pagas extrapolam o teto definido no Nível 1 de compensação. A verba disponível para esse fundo provém da arrecadação feita junto às empresas membros que recebam mais de 150.000 toneladas de óleo por via marítima por ano. Entretanto o valor arrecadado é recalculado anualmente em função das necessidades operacionais do fundo.

Tanto a 1992 CLC quanto a 1992 “Fund Convention” assumem explicitamente que as compensações serão aplicadas caso se encaixe em uma das seguintes categorias: Medidas de prevenção; Danos a propriedades; Danos econômicos; Recuperação ambiental.

Os danos econômicos referem-se dos danos causados a terceiros, direta ou indiretamente, pelo derrame, incluindo a redução em atividades turísticas. Os danos diretos são, por exemplo, aqueles causados a pescadores que não podem exercer suas atividades por terem seu aparelho de pesca contaminado. Os danos indiretos por sua vez são derivados das perdas decorrentes da não realização de determinada atividade econômica em função da poluição do óleo. Neste caso é necessária a comprovação que o prejuízo econômico se deu devido à contaminação causada pelo acidente, e não pela ocorrência do acidente o qual não implica necessariamente em danos para a atividade econômica.

Observa-se que as versões de 1992 das convenções não apenas consideram a existência de possíveis externalidades, mas também que estas são passiveis de serem indenizadas. No entanto, destas convenções o Brasil participa apenas da CLC de 1969 (ITOPF, 2001) e como conseqüência as compensações pagas são limitadas pelo teto de US$ 18.150.000,00.